

**Pengembangan Caspian Sea Yoghurt Melalui Pemanfaatan Sari Jahe
(*Zingiber officinale*) Dan Sari Secang (*Caesalpinia sappan L.*)
(Karakteristik Fisikokimia Dan Mikrobiologis)**

SKRIPSI

**Disusun oleh:
Andira Rahma Tirtania
NIM. 175100101111037**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

2021

**Pengembangan Caspian Sea Yoghurt Melalui Pemanfaatan Sari Jahe
(*Zingiber Officinale*) Dan Sari Secang (*Caesalpinia Sappan L.*)
(Karakteristik Fisikokimia Dan Mikrobiologis)**

SKRIPSI

**Disusun oleh:
Andira Rahma Tirtania
NIM. 175100101111037**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknologi Pertanian**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

2021

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul TA : Pengembangan *Caspian Sea Yoghurt* Melalui Pemanfaatan Sari Jahe (*Zingiber officinale*) Dan Sari Secang (*Caesalpinia sappan L.*) (Karakteristik Fisikokimia Dan Mikrobiologis)

Nama Mahasiswa : Andira Rahma Tirtania

NIM : 175100101111037

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

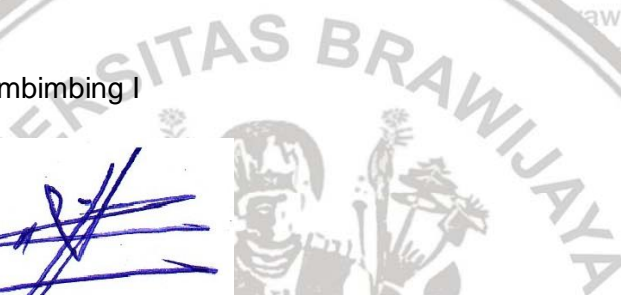
Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Joni Kusnadi, M.Si.

NIP. 196206121987031031

Tanggal Persetujuan : 8 September 2021



LEMBAR PENGESAHAN

Judul TA : Pengembangan *Caspian* Sea Yoghurt Melalui Pemanfaatan Sari Jahe (*Zingiber officinale*) Dan Sari Secang (*Caesalpinia sappan* L.) (Karakteristik Fisikokimia Dan Mikrobiologis)

Nama Mahasiswa : Andira Rahma Tirtania

NIM : 175100101111037

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Pembimbing

Dosen Penguji I

Dr. Ir. Joni Kusnadi, M.Si.

NIP. 196206121987031031

Prof. Dr. Ir. Elok Zubaidah, MP

NIP. 195908211993032001

Ketua Jurusan

Dr. Widya Dwi Rukmi Putri, STP., MP

NIP. 197005041999032002

LEMBAR PENGESAHAN

Judul TA : Pengembangan *Caspian* Sea Yoghurt Melalui Pemanfaatan Sari Jahe (*Zingiber officinale*) Dan Sari Secang (*Caesalpinia sappan* L.) (Karakteristik Fisikokimia Dan Mikrobiologis)

Nama Mahasiswa : Andira Rahma Tirtania

NIM : 175100101111037

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Pembimbing

Dosen Penguji II

Dr. Ir. Joni Kusnadi, M.Si.

NIP. 196206121987031031

Dian Widya Ningtyas, STP., MP

NIP. 198107132005012002

Ketua Jurusan

Dr. Widya Dwi Rukmi Putri, STP., MP

NIP. 197005041999032002

RIWAYAT HIDUP

Andira Rahma Tirtania, lahir di Malang tanggal 27 April 2000, merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Dono Cahyo Sukirno dengan Ibu Nuri Vira Fatmasari. Penulis mempunyai kakak laki – laki yang bernama Rido Alif Raafiu, dan adik laki – laki yang bernama Navir Nuzul Ramadhan. Andira Rahma Tirtania sebelumnya telah menyelesaikan jenjang pendidikan Taman Kanan-Kanak di TK Unggulan Al-Ya'Lu pada tahun 2006, Sekolah Dasar di SD Unggulan Al-Ya'lu sampai dengan tahun 2012, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 3 Malang sampai dengan tahun 2014, Sekolah Menengah Atas di SMAN 8 Malang hingga tahun 2017. Penulis melanjutkan studi perguruan tinggi pada tahun 2017 di program studi Ilmu dan Teknologi Pangan pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya melalui jalur SNMPTN.

Selama sekolah sering berkecimpung aktif di bidang seni yaitu paduan suara, dan seni tari. Selama perkuliahan, penulis aktif dalam kegiatan akademik dan non akademik. Pada tahun 2017, penulis menjadi anggota Divisi Sponsor dan Humas dalam kegiatan Bazaar Kewirausahaan. Pada tahun 2018, penulis menjadi anggota Divisi Pendamping pada Orientasi Pengenalan Jurusan dan Himpunan 2018. Pada tahun 2019, penulis menjadi pengurus inti HGE 14, yakni sebagai sekretaris. Selain itu, penulis juga aktif menjadi pengurus Himalogista Divisi Strakominfo pada tahun 2018-2019. Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Mikrobiologi Umum, Analisis Sensoris dan Biokimia dan Analisis Pangan. Mulai dari penulis diterima di perguruan tinggi hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini, banyak pengalaman dan ilmu yang diperoleh melalui banyak rintangan dan juga rasa syukur. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan selama penulis berkembang hingga mencapai titik ini.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini disusun pada masa Pandemi Covid-19



PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Andira Rahma Tirtania

NIM : 175100101111037

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Judul TA : Pengembangan *Caspian* Sea Yoghurt Melalui

Pemanfaatan Sari Jahe (*Zingiber officinale*) Dan Sari Secang (*Caesalpinia sappan L.*) (Karakteristik Fisikokimia Dan Mikrobiologis)

Menyatakan bahwa,

TA dengan judul di atas merupakan karya asli penulis . Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar saya bersedia dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Malang, 30 Juli 2021

Pembuat Pernyataan,



Andira Rahma Tirtania

NIM 175100101111037

Andira Rahma Tirtania. 175100101111037. Pengembangan *Caspian Sea Yoghurt* Melalui Pemanfaatan Sari Jahe (*Zingiber officinale*) Dan Sari Secang (*Caesalpinia sappan* L.) (Karakteristik Fisikokimia Dan Mikrobiologis). TA. Pembimbing: Dr. Ir. Joni Kusnadi, M.Si

RINGKASAN

Yogurt merupakan salah satu produk pangan fungsional yang mengandung bakteri probiotik untuk meningkatkan keseimbangan mikroflora dalam usus. Oleh karena itu, telah dilakukan inovasi pemberian cita rasa pada yoghurt *Caspian* dengan penambahan tanaman herbal yang diyakini memiliki sumber antioksidan dan antibakteri. Herbal yang memiliki ciri tersebut ialah jahe dan kayu secang. Penambahan herbal jahe dapat meningkatkan kekebalan tubuh dan menghambat oksidasi lemak karena adanya kandungan gingerol sebagai antioksidan. Sedangkan kayu secang mengandung tanin dan brasilin yang bersifat sebagai antibakteri sehingga dapat menjaga kualitas yoghurt dan memperpanjang umur simpan.

Penelitian ini menggunakan jenis *Caspian sea yogurt* karena memiliki keasaman yang lebih rendah dan viskositas yang lebih besar dari yogurt biasa. sehingga Perpaduan antara probiotik dari starter *Caspian sea yogurt* dengan kandungan yang terdapat di tanaman jahe dan kayu secang akan membentuk kandungan gizi yang lebih baik serta mempertahankan umur simpan dari yogurt.

Metode pengujian *Caspian sea yogurt* dengan menambahkan ekstrak bubuk herbal sari jahe dan sari kayu secang dilakukan dengan konsentrasi 0%, 5%, 10%, 15% .Setelah didapatkan konsentrasi terbaik selanjutnya diinkubasi dengan suhu 27°C selama 16 jam pada kondisi gelap yang selanjutnya dilakukan uji pH, total fenol, antioksidan, total BAL, antibakteri, dan organoleptik.

Kata Kunci : *Caspian Sea Yogurt*, Sari Jahe, Sari Kayu Secang, Antioksidan, Antibakteri

Andira Rahma Tirtania. 175100101111037. Development of Caspian Sea Yogurt Through The Utilization of Ginger Extract (*Zingiber officinale*) And Sappan wood Extract (*Caesalpinia sappan* L.) (Characteristics of Physicochemistry And Microbiology). Thesis. Advisor: Dr. Ir. Joni Kusnadi, M.Si

SUMMARY

Yogurt is one of the functional food products that contain probiotic bacteria to improve the balance of microflora in the gut. Therefore, there has been an innovation in the provision of flavors in Caspian yogurt with the addition of herbs that are believed to have a source of antioxidants and antibacterial. Herbs that have this feature is ginger and sapling wood. The addition of ginger herbs can increase immunity and inhibit fat oxidation due to the presence of gingerol content as an antioxidant. While secang wood contains tannins and brasilin that is antibacterial so as to maintain the quality of yogurt and extend shelf life.

This research used caspian sea yogurt because it has lower acidity and greater viscosity than regular yogurt. so that the combination of probiotics from starter Caspian sea yogurt with the content contained in ginger plants and sappan wood will form a better nutritional content and maintain the shelf life of yogurt.

Caspian sea yogurt testing method by adding extracts of ginger extract and sappan wood extract is done with a concentration of 0%, 5%, 10%, 15% : After obtaining the best concentration is further incubated with a temperature of 27°C for 16 hours in dark conditions which is then conducted pH test, total phenol, antioxidant, total BAL, antibacterial, and organoleptic.

Keywords : Caspian Sea Yogurt, Ginger Extract, Sappan wood Extract, Antioxidant, Antibakterial activity

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kesempatan, kemampuan serta ridho-Nya kepada saya, sehingga dapat menyelesaikan studi kuliah S1 dan Tugas Akhir saya yang berjudul “Pengembangan *Caspian Sea Yoghurt* Melalui Pemanfaatan Sari Jahe (*Zingiber officinale*) Dan Sari Secang (*Caesalpinia sappan* L.) (Karakteristik Fisikokimia Dan Mikrobiologis)” yang harapannya dapat menjadi karya yang bermanfaat bagi banyak orang. Saya haturkan terimakasih sebesar-besarnya kepada banyak pihak yang telah membantu dan menemani dalam menyelesaikan Tugas Akhir saya,

1. Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan nikmat sehat, kemudahan, dan ridho-Nya kepada saya.
2. Kedua orang tua, saudara dan sahabat yang telah memberi dukungan doa maupun materil.
3. Bapak Dr. Ir. Joni Kusnadi, M.Si sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir saya yang telah memberikan motivasi dan bimbingannya.
4. Ibu Dr. Widya Dwi Rukmi Putri, STP. MP sebagai Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian.
5. Mbak Dininurilmi Putri, yang telah banyak membimbing dan membantu saya selama penelitian dan pengerjaan tugas akhir ini.
6. Teman-teman Dedikasi THP 2017 yang telah berjuang bersama di kampus tercinta yang sudah saling menyemangati dan memberikan banyak cerita serta kebersamaan.

Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan banyak kesalahan, saya mengharapkan kritik ataupun saran yang membangun untuk kedepannya.

Semoga tugas akhir ini dapat memberikan pengetahuan untuk mengenal lebih dalam mengenai Rempah dan Herbal serta manfaatnya. Terimakasih.

Malang, Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

Pengembangan Caspian Sea Yoghurt Melalui Pemanfaatan Sari Jahe (<i>Zingiber Officinale</i>) Dan Sari Secang (<i>Caesalpinia Sappan L.</i>) (Karakteristik Fisikokimia Dan Mikrobiologis).....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
RIWAYAT HIDUP.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Hipotesis.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Jahe.....	4
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi.....	4
2.1.2 Kandungan Kimia.....	4
2.1.3 Manfaat Jahe.....	6
2.2 Kayu Secang.....	6
2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi.....	7
2.2.2 Kandungan Kimia.....	8
2.3 Susu Sapi.....	10
2.4 Fermentasi.....	11
2.5 Yoghurt.....	11
2.5.1 <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	14
2.5.2 <i>Streptococcus thermophilus</i>	15
2.6 Caspian Sea Yoghurt.....	16
2.6.1 <i>Lactobacillus Cremoris</i>	16
2.6.2 <i>Acetobacter orientalis</i>	17

2.7 Antibakteri.....	17
2.7.1 Golongan Antibakteri.....	17
2.8 Bakteri Uji.....	18
2.8.1 <i>Escherichia Coli</i>	18
2.8.2 <i>Bacillus cereus</i>	19
2.9 Antioksidan.....	20
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Waktu dan tempat penelitian.....	22
3.2 Alat dan Bahan.....	22
3.3 Metode.....	22
3.4 Pelaksanaan.....	23
3.5 Pengamatan dan Analisa Data.....	23
3.5.1 Analisa Kimia.....	23
3.5.2 Analisa Mikrobiologis.....	25
3.5.3 Analisa Organoleptik.....	Error! Bookmark not defined.
3.5.4 Analisa Data.....	26
3.6 Diagram Alir.....	26
3.6.1 Pembuatan Ekstrak Herbal Jahe.....	26
3.6.2 Pembuatan Ekstrak Herbal Kayu Secang.....	27
3.6.3 Preparasi Susu Steril.....	27
3.6.4 Pembuatan Caspian Sea Yoghurt 300ml.....	28
3.6.5 Analisa Perlakuan Terbaik.....	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Analisa Bahan Baku.....	29
4.1.1 Total Fenol.....	29
4.1.2 Antioksidan.....	29
4.2 Hasil Pengamatan.....	30
4.2.1 pH.....	31
4.2.2 Total BAL.....	36
4.2.3 Antibakteri.....	38
4.2.4 Total Fenol.....	43
4.2.5 Antioksidan.....	45
4.2.6 Perlakuan Terbaik.....	48
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1 Kesimpulan.....	50

5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	57



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan nutrisi jahe tiap 28 g (Kurniawati, 2010).....	5
Tabel 2.2 Kandungan Gizi Susu Sapi per 100 gram.....	11
Tabel 2.3 Syarat mutu yogurt	13
Tabel 3.1 Kombinasi Perlakuan.....	23
Tabel 4.1 Total Fenol Bahan Baku.....	29
Tabel 4.2 Kadar Antioksidan Bhan Baku.....	30
Tabel 4.3 Rerata Hasil Analisis pH <i>Caspian Sea Yoghurt</i> dengan Variasi Substitusi Konsentrasi Herbal dan Waktu Fermentasi.....	32
Tabel 4.4 Rerata Hasil Analisis Total BAL <i>Caspian Sea Yoghurt</i> dengan Variasi Substitusi Konsentrasi Herbal dan nilai pH 24 Jam.....	36
Tabel 4.5 Rerata Hasil Analisis Diameter Zona Bening <i>Caspian Sea Yoghurt</i> dengan Variasi Substitusi Konsentrasi Herbal dan Waktu Inkubasi.....	40
Tabel 4.6 Rerata Hasil Analisis Diameter Zona Bening <i>Caspian Sea Yoghurt</i> dengan Variasi Substitusi Konsentrasi Herbal dan Waktu Inkubasi.....	42
Tabel 4.7 Rerata Hasil Analisis Total Fenol <i>Caspian Sea Yoghurt</i> dengan Variasi Substitusi Konsentrasi Herbal.....	44
Tabel 4.8 Rerata Hasil Analisis Kadar Antioksidan <i>Caspian Sea Yoghurt</i> dengan Variasi Substitusi Konsentrasi Herbal dan Waktu Fermentasi	47
Tabel 4.9 Karakteristik <i>Caspian Sea Yoghurt</i> dengan Variasi Konsentrasi Ekstrak Herbal pada Perlakuan Terbaik.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jahe	4
Gambar 2.2 Kayu Secang	8
Gambar 2.3 <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	14
Gambar 2.4 <i>Streptococcus thermophilus</i>	15
Gambar 2.5 <i>Lactobacillus cremoris</i>	16
Gambar 2.6 <i>Acetobacter orientalis</i>	17
Gambar 2.7 <i>Escherichia coli</i>	19
Gambar 2.8 <i>Bacillus cereus</i>	20
Gambar 4.1 Grafik Penurunan pH pada <i>Caspian Sea Yoghurt</i> dengan Variasi Konsentrasi Herbal:Waktu Fermentasi	31
Gambar 4.2 Grafik Nilai pH <i>Caspian Sea Yoghurt</i> dengan Variasi Konsentrasi Herbal:Waktu Fermentasi	35
Gambar 4.3 Grafik Diameter Zona Bening <i>Caspian Sea Yoghurt</i> dengan Variasi Konsentrasi Herbal:Waktu Inkubasi	39
Gambar 4.4 Grafik Diameter Zona Bening <i>Caspian Sea Yoghurt</i> dengan Variasi Konsentrasi Herbal:Waktu Inkubasi	41
Gambar 4.5 Grafik Total Fenol <i>Caspian Sea Yoghurt</i> dengan Variasi Konsentrasi Herbal	44
Gambar 4.6 Grafik Kadar Antioksidan <i>Caspian Sea Yoghurt</i> dengan Variasi Konsentrasi Herbal	46



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia terdapat banyak sekali jenis tumbuhan yang bisa dimanfaatkan untuk menjadi bahan dasar pembuatan obat. Tumbuhan yang menjadi bahan dasar pembuatan obat biasa diolah menjadi obat tradisional, minuman jamu, dan selai. Pemanfaatan tumbuhan sebagai obat sudah menjadi tradisi dan budaya khusus masyarakat pedesaan. WHO (World Health Organization) memperkirakan sekitar 80% penduduk dunia meningkatkan kesehatan dengan menggunakan tumbuhan obat (jamu, fitoterapi, dan tumbuhan lain) (Mirza, 2010). WHO pada tahun 2003 merekomendasikan perawatan, pencegahan, dan pengobatan untuk penyakit degeneratif dan kanker dengan menggunakan manfaat yang diberikan oleh obat tradisional dan herbal (Sari, 2006). Salah satu contoh tumbuhan yang biasa digunakan sebagai bahan dasar obat tradisional adalah secang (*Caesalpinia sappan* L.).

Secang tergolong tumbuhan herbal yang tumbuh secara alami pada hutan-hutan sekunder. Senyawa yang terkandung dalam secang adalah senyawa flikol seperti flavonoid. Flavonoid mempunyai aktivitas antioksidan penangkap radikal bebas (Panovska et al., 2005 dalam Rahmawati, 2011). Kelebihan senyawa antioksidan yang dihasilkan oleh bahan alami ialah residu yang dihasilkan lebih mudah terdegradasi (Wijayakusuma et al., 1996).

Selain tumbuhan secang, jahe juga merupakan tumbuhan yang bisa dimanfaatkan sebagai obat tradisional. Menurut para ahli, jahe (*Zingiber officinale*) berasal dari daerah dengan iklim tropis pada benua Asia. Jahe tersebar dari India sampai Cina dan menjadikan kedua bangsa itu menjadi bangsa yang pertama kali memanfaatkan jahe terutama untuk minuman, bumbu masakan, dan obat tradisional. Pemanfaatan jahe pertama kali belum diketahui secara pasti namun bangsa yang memanfaatkan jahe pertama kali sudah mengetahui dan memahami bahwa minuman jahe sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia (Wardani, 2012). Tidak hanya untuk kesehatan manusia jahe juga bisa menjadi agen antibakteri untuk menjaga kualitas pangan (Uhl, 2000). Aktivitas antibakteri jahe terhadap mikroorganisme perusak dan patogen menunjukkan bahwa jahe memiliki kemampuan mengawetkan, sehingga tidak perlu lagi menambahkan bahan pengawet kimia.

Yoghurt adalah salah satu produk hasil dari fermentasi susu dengan menggunakan bantuan starter berupa bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan

Streptococcus thermophilus, dan bakteri asam laktat lainnya, dengan atau tanpa adanya penambahan bahan pangan (SNI 2981, 2009). Menurut Wahyudi (2006), Nilai gizi yang dimiliki oleh yoghurt lebih tinggi jika dibandingkan dengan susu segar biasa sebagai bahan utama dalam pembuatan yoghurt. Hal ini disebabkan karena adanya peningkatan pada total padatan, sehingga terjadi peningkatan setara pada kandungan zat-zat gizi. Selain itu, umur simpan dari yoghurt juga lebih lama jika dibandingkan dengan umur simpan susu segar.

Caspian Sea Yoghurt merupakan salah satu jenis yogurt yang banyak dikembangkan di Jepang. *Caspian Sea Yoghurt* memiliki ciri khas tersendiri dibandingkan dengan jenis yoghurt lainnya, karena *Caspian Sea Yoghurt* memiliki tingkat kekentalan (viskositas) yang lebih tinggi, dan tingkat keasamannya yang lebih rendah. Karena karakteristik itulah yang menyebabkan *Caspian Sea Yoghurt* banyak digemari oleh konsumen. Hal tersebut dapat disebabkan karena penggunaan starter bakteri pada *Caspian Sea Yoghurt* yaitu *Lactococcus lactis* ssp *cremoris* dan *Acetobacter orientalis*. Kedua bakteri ini berperan penting dalam menciptakan cita rasa yang khas dari *Caspian Sea Yoghurt* (Larasati, 2016).

Seiring berjalannya waktu, yoghurt terus menerus di modifikasi untuk mendapatkan karakteristik dan efek nutrisi yang lebih baik (Routray and Mishra, 2011). Pada kondisi pandemi Covid-19 seperti sekarang ini, diperlukan sistem imunitas yang kuat pada tubuh manusia. Salah satu cara untuk meningkatkan daya tahan tubuh (imunitas) pada manusia, dilakukan penambahan sari jahe (*Zingiber officinale*) dan sari kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) pada *Caspian Sea Yoghurt*.

Berdasarkan uraian diatas maka dalam penelitian ini dikaji tentang sari jahe dan sari kayu secang yang digunakan dalam pembuatan yoghurt untuk memperoleh komposisi dan hasil yang berkualitas baik, maka peneliti memilih untuk mengangkat judul “PENGEMBANGAN CASPIAN SEA YOGHURT MELALUI PEMANFAATAN SARI JAHE (*Zingiber officinale*) DAN SARI SECANG (*Caesalpinia sappan* L.) (KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN MIKROBIOLOGIS)”.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, daapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah dengan penambahan sari secang dan sari jahe lama dapat berpengaruh terhadap karakteristik fisik, kimia, dan mikrobiologis dari *Caspian Sea Yoghurt*?
2. Bagaimana formula terbaik *Caspian sea yoghurt* dengan penambahan sari secang dan sari jahe?

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh penambahan sari secang dan sari jahe lama dapat berpengaruh terhadap karakteristik fisik, kimia, dan mikrobiologis dari *Caspian Sea Yoghurt*.
2. Mengetahui formula terbaik *Caspian sea yoghurt* dengan penambahan sari secang dan sari jahe.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan formula terbaik penambahan sari secang dan sari jahe pada pembuatan *Caspian sea yoghurt*.
2. Dapat meningkatkan kreativitas mahasiswa untuk mengembangkan produk baru yang lebih atraktif dan inovatif.
3. Dapat memberikan informasi baru kepada masyarakat mengenai pengolahan dan kandungan gizi pada secang dan jahe yang dapat meningkatkan imunitas tubuh pada kondisi pandemi ini.

1.5 Hipotesis

Penambahan sari jahe dan sari kayu secang dalam yogurt selama penyimpanan dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL), meningkatkan aktifitas antibakteri, meningkatkan senyawa antioksidan dan mempertahankan kualitas yogurt selama masa penyimpanan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jahe

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Jahe ataupun *Zingiber officinale* masuk ke dalam ordo *Zingiberales*, famili *Zingiberaceae*, serta genus *Zingiber* (Simpson, 2006). Dalam taksonomi tumbuhan, tanaman ini berkedudukan sebagai:



Gambar 2.1 Jahe

Kingdom : *Plantae*
 Divisi : *Spermatophyta*
 Subdivisi : *Angiospermae*
 Kelas : *Monocotyledonae*
 Ordo : *Zingiberales*
 Famili : *Zingiberaceae*
 Genus : *Zingiber*
 Spesies : *Zingiber officinale* (Rukmana, 2000).

Jahe merupakan tanaman tahunan, dengan batang semu serta tinggi berkisar 30 hingga 75 sentimeter. Daunnya sempit dan memanjang menyerupai pita, dengan panjang 15 hingga 23 sentimeter, lebar 2,5 sentimeter, tersusun teratur dua baris berseling. Tumbuhan ini hidup berkelompok, berkembang biak, memproduksi rimpang serta bunga. Berdasar ukuran serta warna rimpangnya, terbagi menjadi 3 jenis, yakni: jahe besar (jahe gajah) yang bercirikan besarnya ukuran rimpang, warnanya muda ataupun kuning, memiliki serta halus serta kurang aromatik. Jahe putih kecil (jahe emprit), ditandai oleh ukuran sedang pada rimpangnya, berbentuk lumayan pipih, memiliki warna putih, seratnya lembut, serta aromanya tajam. Jahe merah ditunjukkan dengan ukuran

kecil pada rimpangnya, warnanya merah jingga, seratnya kasar, memiliki aroma serta rasa yang sangat tajam (Rukmana, 2000).

2.1.2 Kandungan Kimia

Berbagai fitokimia serta fitonutrien banyak terkandung dalam jahe. Kandungan tersebut antara lain, pati sebanyak 20-60%, minyak atsiri sebanyak 2-3%, oleoresin, asam malat, asam organik, asam oksalat, minyak jahe, gingerin, alkaloid, flavonoid, polifenol, serta musilago ialah beberapa zat yang terkandung di dalamnya. Zingiberol (butanol jahe), linaloal, kavikol, serta geraniol terkandung dalam minyak atsiri. Setiap 100 gram rimpang jahe kering mengandung 10 gram air, 40-60 gram karbohidrat, 10 gram lemak, 2-10 gram serat, 10-20 gram protein, dan 6 gram abu. Rimpang keringnya mengandung 1-2% gingerol (Suranto, 2004).

Usia tanaman serta iklim pertanian memengaruhi gingerol yang terkandung di dalamnya. Senyawa ini juga bersifat antioksidan, menjadikan tanaman ini bisa dimanfaatkan sebagai komponen bioaktif anti penuaan. Perihal ini berfungsi guna melindungi lemak ataupun membran dari oksidasi, meningkatkan kekebalan tubuh, serta menghambat oksidasi lipida atau lemak (Kurniawati, 2010).

Selain sifatnya yang dapat berperam sebagai antioksidan dari senyawa yang terkandung, nutrisi lainnya yang sangat bermanfaat bagi tubuh terkandung pula dalam jahe. Pada tabel 2.1 merupakan nutrisi yang terkandung tiap 28 gram jahe:

Tabel 2.1 Kandungan nutrisi jahe tiap 28 g (Kurniawati, 2010)

Nutrisi	Jahe (tiap 28 g)
Kalori	22
Natrium	4 mg
Karbohidrat	5 gr
Vitamin C	1,4 mg
Vitamin E (alfa tokoferol)	0,1 mg
Niacin	0,2 mg
Folat	3,1 µg
Kolin	8,1 mg
Magnesium	12 mg

Kalium	116 mg
Tembaga	0,1 mg
Mangan	0,1 mg

2.1.3 Manfaat Jahe

Ditinjau dari kandungan unsur kimianya, tanaman ini bisa dipakai dalam berbagai industri, diantaranya: minuman (sirup, instan jahe), kosmetik (minyak wangi), makanan (enting-enting atau permen, jahe yang diawetkan), jamu ataupun obat tradisional, serta bumbu dapur (Prasetyo, 2003).

Menurut Kikuzaki dan Nakatani (1993), selain dapat digunakan di berbagai industri, jahe juga memiliki gingerol yang terkandung dalam oleoresin, mempunyai daya antioksidan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan α tokoferol. Sedang hasil kajian Ahmed et al., (2000) menunjukkan bahwa daya antioksidan yang dimiliki sama atau setara jika dibandingkan dengan vitamin C.

Senyawa polifenol yang terkandung pada jahe, terutama pada rimpang-rimpang jahe, diketahui juga dapat melindungi tubuh dari berbagai polutan yang ada di lingkungan. Meningkatnya hormon testosteron, LH serta terlindunginya testis tikus putih yang terinduksi oleh *fungisida mancozeb*, merupakan dampak yang juga disebabkan pula oleh efek dari polifenol yang terkandung pada jahe (Sakr et al., 2009).

Penggunaannya sebagai bumbu masakan ternyata juga dapat berfungsi untuk melindungi tubuh dari bermacam bahan kimia, ditunjukkan pada beberapa penelitian bahwa terjadi penurunan kadar gula darah, kolesterol, serta trigliserida pada tikus putih yang diberi induksi *streptozotocin* (Al amin et al., 2006). Juga terjadinya penurunan kadar glukosa dalam darah tikus mencit yang diinduksi dengan *aloksan* (Olayaki et al., 2007). Selain itu sifatnya juga nephroprotektif pada tikus mencit yang diinduksi dengan gentamisin, yang mana *reactive oxygen species* (ROS) bisa ditingkatkan olehnya, serta kandungan flavonoid bisa menormalkan kadar serum kreatinin, urea, serta asam urat (Laksmi dan Sudhakar, 2010).

Kemudian Stoilova et al., (2007), mengatakan bahwa kapasitas tinggi sebagai *chelator* yang ditunjukkan oleh *polyphenol* yang terkandung dalam ekstrak CO₂ dari *Zingiber officinale*, sehingga bisa mencegah terjadinya

peroksidasi lipid yang teracetus oleh inisiasi radikal hidroksi. Dengan demikian, kandungan CO₂ dari jahe bisa dimanfaatkan sebagai antioksidan. Lewat penangkapan radikal hidroksi, aktivitas antioksidan dimiliki oleh gugus hidroksi fenolik dehidrozingeron (Nugroho et al., 2006).

2.2 Kayu Secang

2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi

Tanaman ini tumbuh di daerah tropis, umumnya pada tempat terbuka hingga ketinggian 1000 mdpl, seperti kawasan pegunungan, akan tetapi tak terlalu dingin suhunya (Astina, 2010). Secang masuk dalam suku *Caesalpiniaceae*. Tiap daerah mempunyai penyebutan yang berbeda, semisal cang (Bali), kayu sena (Manado), sepang (Sasak), naga, sapang (Makassar), kayu secang (Madura), sogajawa (Jawa), secang (Sunda), sopang, sepeung, cacang (Sumatra), sawala, sepang (Bugis), hinianga, sinyhiaga, sepen (Halmahera Selatan), singiang (Halmahera Utara), lacang (Minangkabau), hape (Sawu), sepel (Timor), hong (Alor) (Karlina et al., 2012). Pada tanaman berkayu ini umumnya bagian batangnya yang biasa dimanfaatkan (Praja, 2015). Bentuk batangnya bulat, warnanya hijau kecokelatan, jika serutan kayunya direbus akan memberi warna (Padmaningrum et al., 2012).

Tumbuhan ini mempunyai pohon kecil bertinggi lima hingga sepuluh meter. Permukaan batang kasar dengan duri tersebar. Daun majemuk menyirip, 10 hingga 20 pasang anak daun berhadapan tiap siripnya, memiliki daun penumpu. Susunan bunganya tandan, memiliki warna kuning terang, tak terbatas. Wujud dari buahnya polong berwarna hitam, berisi tiga hingga empat biji yang bulat memanjang (Hidayat et al., 2015). Pada gambar 2.2 bisa kita lihat kayu secang.



Gambar 2.2 Kayu Secang

Klasifikasi kayu secang menurut Heyne (1987) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisio	: <i>Spermatophyta</i>
Sub divisio	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i>
Sub kelas	: <i>Aymptetales</i>
Ordo	: <i>Rosales</i>
Famili	: <i>Leguminosae</i>
Genus	: <i>Caesalpinia</i>
Spesies	: <i>Caesalpinia sappan L.</i>

2.2.2 Kandungan Kimia

Tanaman ini acap dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional dikarenakan asam galat, resorsin, tanin, brasilin, brasilein, antibakteri, d-alfa-phellandrene, flavonoid, terpenoid, saponin, alkaloid, oscimene, fenil propana, serta minyak atsiri yang terkandung di dalamnya (Hidayat et al., 2015). Di sisi lain, dalam berbagai hal digunakan sebagai salah satu pewarna alami dikarenakan mengandung pigmen berwarna merah yang dihasilkannya. Hal ini umum dinamai dengan antosianin yang sifatnya mudah larut terutama dalam air panas (Karlina et al., 2012).

Dalam pemanfaatannya, umumnya dilakukan dengan cara perebusan memiliki tujuan guna melarutkan kandungan senyawa brasilin serta tanin. Kedua senyawa ini ialah senyawa kompleks yang memiliki bentuk serta ukuran molekul yang dapat memberikan peluang untuk larut dalam air (Kumala & Tulus, 2009). Sebagai antibakteri, kandungan kayu secang diantaranya:

1. Tanin

Senyawa ini bisa bersifat sebagai antibakteri serta astringen (Kumala & Tulus, 2009). Membran sel bakteri bisa rusak oleh toksisitas tanin, pembentukan kompleks senyawa ikatan pada enzim ataupun substrat mikroba bisa diinduksi oleh senyawa astringen tanin, serta daya toksisitas tanin bertambah oleh sebuah kompleks ikatan tanin atas ion logam yang terbentuk (Juliantina et al., 2008).

2. Brasilin

Senyawa ini memiliki peran sebagai aktivitas antibakteri yang bersifat sebagai bakteriostatik (Kumala & Tulus, 2009). Perihal ini pula merupakan sifat khas yang dimiliki oleh kayu secang, dimana bisa memberi warna merah kecoklatan apabila dalam suasana basa maupun dalam keadaan teroksidasi (Rina et al., 2012).

3. Flavonoid

Kandungan flavonoid yang terkandung dalam kayu secang berperan sebagai antikanker atau yang umum disebut sebagai antioksidan, antiinflamasi, antivirus, antihipertensi, serta diuretik. Dalam tumbuhan ini juga terkandung saponin, yang berfungsi sebagai antibakteri, antivirus, serta dapat meningkatkan kekebalan pada tubuh (Yusriana et al., 2014). Senyawa kompleks yang terbentuk atas protein ekstraseluler, yang menghambat integritas membran sitoplasma sel bakteri ialah fungsi dari flavonoid sebagai anti bakteri (Juliantina et al., 2008).

Kerusakan yang dialami oleh membran sitoplasma mengakibatkan gugus polar (gugus fosfat) diserang oleh ion H^+ dari senyawa flavonoid, sehingga molekul fosfolipida akan terurai menjadi gliserol, asam karboksilat, serta asam fosfat. Perihal berikut menyebabkan wujud membran sitoplasma tak mampu dipertahankan oleh fosfolipida, hingga berakibat pada akan bocornya membran sitoplasma serta hambatan pertumbuhan hingga kematian akan bakteri alami (Retnowati et al., 2011).

4. Alkaloid

Senyawa berikut mempunyai kemampuan sebagai antibakteri yang memiliki mekanisme dengan menghambat terbentuknya komponen penyusun dinding peptidoglikan pada sel bakteri, dan menjadikannya tak berwujud secara utuh dan kokoh pada lapisan dinding sel bakteri (Juliantina et al., 2008). Karena tak mengandung peptidoglikan serta hanya mencakup membran sel pada dinding selnya menjadikan sel yang terbentuk tak sempurna akibat terganggunya sintesis peptidoglikan. Lapisan peptidoglikan ialah lapisan utama yang menyusun dinding sel pada bakteri (Retnowati et al., 2011).

Asam muramat serta N-asetil glukosamin merupakan susunan dari peptidoglikan, dimana terikat lewat ikatan 1,4-glikosida. Pada susunan ini memiliki rantai pendek asam amino: lisin, alanin, diaminopimetal, glutamat,

serta alamin, yang terikat lewat ikatan peptida pada N-asetil asam muramat. Dalam menghubungkan antara rantai satu dengan lainnya ikatan ini memiliki peranan sangat penting. Dengan ikatan silang peptidoglikan yang dicegah pada tahapan akhir sintesis dinding sel, yakni dengan cara protein pengikat yang dihambat menyebabkan terjadinya mekanisme kerusakan dinding sel bakteri. Enzim yang berada didalam membran plasma sel bakteri ialah protein ini, yang terlibat dalam peningkatan jumlah asam amino secara normal, yang memiliki ikatan silang bersama peptidoglikan dinding sel bakteri serta melakukan blok aktivitas enzim transpesidase yang mengelilingi ikatan silang polimer-polimer gula panjang, yang dinding sel bakteri terbentuk olehnya. Kondisi berikut mengakibatkan lisis dialami oleh sel bakteri muda, baik fisik ataupun osmotik serta mengakibatkan kematian sel (Retnowati et al., 2011).

5. Minyak atsiri

Kandungan minyak atsiri dalam secang memiliki peran sebagai antibakteri, dengan cara melakukan hambatan pada proses pembentukan membran ataupun dinding sel, dan menjadikannya tak terbentuk ataupun tak sempurna bentuknya. Gugus fungsi hidroksil (-OH) serta karbonil terkandung di dalamnya. Lewat proses adsorpsi dimana ikatan hidrogen terlibat, turunan fenol berinteraksi dengan sel bakteri. Kompleks protein fenol dengan ikatan yang lemah serta terurai terbentuk pada kadar rendah, kemudian penetrasi fenol ke dalam sel serta mengakibatkan pretisipasi dan denaturasi protein mengikutinya. Koagulasi protein serta lisis dialami oleh sel membran disebabkan oleh fenol pada kadar tinggi (Juliantina et al., 2008).

2.3 Susu Sapi

Susu merupakan salah satu hasil ternak yang dikenal sebagai pangan bergizi tinggi (Maitimu, 2013). Nutrisi pada susu meliputi karbohidrat, lemak, protein, fosfor, kalsium, serta vitamin A, tiamin (vitamin B1). Laktosa ialah karbohidrat utama yang ditemukan pada susu, yang juga merupakan sumber zat penguat tulang (kalsium) yang baik, selain mengandung kadar kalsium dengan nilai yang relatif tinggi, susu juga memiliki kandungan laktosa yang tinggi, dan dapat berperan untuk membantu penyerapan susu di dalam saluran pencernaan. Kandungan kalsium serta fosfor yang tinggi pada susu baik untuk kesehatan gigi serta

mencegah pengeroposan tulang. Ada beberapa jenis susu yang beredar di pasaran, diantaranya susu segar, UHT, pasteurisasi, kental manis, skim, serta susu rendah lemak (Julianto, 2016).

Susu segar merupakan cairan yang dapat diperoleh dari kelenjar susu (kelenjar mammae) yang diperoleh dengan memerah pada masa laktasi tanpa adanya modifikasi dengan pengurangan maupun penambahan komponen kedalam susu itu sendiri (Hadiwiyoto, 1994). Sedangkan menurut Winarno (1993) susu adalah cairan berwarna putih yang di sekresi atau dikeluarkan oleh kelenjar susu (kelenjar mammae) mamalia betina yang digunakan sebagai sumber gizi baik untuk anaknya serta bahan makanan untuk manusia. Pada tabel 2.2 menggambarkan kandungan gizi susu sapi (Depkes RI, 2005).

Tabel 2.2 Kandungan Gizi Susu Sapi per 100 gram

Kandungan Zat Gizi	Komposisi
Energi (kkal)	61
Protein (g)	3.2
Lemak (g)	3.5
Karbohidrat (g)	4.3
Kalsium (mg)	143
Fosfor (mg)	60
Besi (mg)	1.7
Vitamin A (µg)	39
Vitamin B1 (mg)	0.03
Air (g)	88.3

2.4 Fermentasi

Proses fermentasi ialah proses dimana terjadinya perubahan kimiawi, dengan bahan dasar senyawa kompleks dan menghasilkan senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme penunjangnya (Jay dkk., 2005). Berbagai senyawa organik

guna menghasilkan energi terurai pada proses itu (Madigan dkk., 2011). Susilorini & Sawitri (2007), mengatakan bahwa tujuan utamanya ialah guna memperpanjang daya simpan susu dikarenakan pada suasana asan serta kondisi kental mikroorganisme sukar tumbuh.

Dua cara dalam menjalankan fermentasi, yakni spontan serta tak spontan. Tanpa penambahan mikroorganisme dalam wujud starter ataupun ragi pada proses pembuatannya ialah fermentasi spontan. Penambahan starter ataupun ragi pada proses pembuatannya ialah fermentasi tak spontan. Secara aktif mikroorganisme tumbuh serta berkembang mengubah bahan yang difermentasi menjadi produk yang dikehendaki dalam proses fermentasi (Suprihatin, 2010). Jenis organisme memengaruhi proses optimum fermentasi (Sulistyaningrum, 2008). Kemudian Hidayat & Suhartini (2013), mengatakan bahwa suhu, pH awal fermentasi, inokulum, substrat, serta kandungan nutrisi medium ialah faktor yang memengaruhi proses fermentasi.

2.5 Yoghurt

Ialah salah satu produk fermentasi berbahan dasar susu. Mulanya susu binatang ternak, seperti susu sapi ataupun susu kambing berbentuk mirip bubur ataupun es krim jadi dasar pembuatan yoghurt. Pada proses pembuatannya, bakteri *Lactobacillus bulgarius* serta *Streptococcus thermophilus* ditambahkan pada susu yang difermentasi juga terdapat kultur aktif bakteri itu didalamnya (Widowati dan Misgiyarta, 2009).

Deeth & Tamime (1981), mengatakan bahwa energi, protein, lemak, karbohidrat ialah beberapa kandungan dalam yoghurt. Hingga kandungan mineral (natrium, kalsium, fosfor, dan kalium) serta mengandung vitamin cukup lengkap, yakni: vitamin A, B1 (thiamin), B2 (riboflavin), B6 (piridoksin), B12 (sianokobalamin), B kompleks, vitamin C, vitamin D, E, asam folat, asam pantotenat, asam nikotinat, biotin, serta kolin (Anonimus, 2008). Yoghurt baik dikonsumsi anak dengan gangguan pencernaan dikarenakan keberadaan protein yang dapat dicerna dengan mudah serta asam laktat yang dapat meningkatkan penyerapan mineral dalam tubuh (Rinadya, 2008).

Dalam pembuatannya beberapa bahan yang diperlukan ialah susu skim, kultur starter bakteri asam laktat (*Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, dan sebagainya).

Konsumsi yoghurt memberi beragam manfaat, diantaranya bagi penderita *lactose intolerant*, karena dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen yang telah hingga baru masuk untuk menginfeksi saluran pencernaan, mereduksi kanker ataupun tumor pada saluran pencernaan, mereduksi jumlah kolesterol dalam darah serta stimulasi sistem syaraf, terlebih lagi bagi saluran pencernaan serta stimulasi pembuangan feses (Savitry, 2016).

Tekstur yang lumayan kental hingga kental ataupun semi padat dengan kekentalan yang homogen dimiliki oleh yoghurt akibat protein yang menggumpal dikarenakan asam organik yang dihasilkan oleh kultur starter. Kadar asam 0,5%-2,0% serta BAL minimal sejumlah 10^7 CFU/ml yang terkandung mengindikasikan yoghurt itu baik (BSN, 2009). Pada tabel 2.3 bisa dilihat syarat mutu yoghurt berdasar Standar Nasional Indonesia (BSN) 2981-2009

Tabel 2.3 Syarat mutu yogurt

Kriteria Uji	Satuan	Spesifikasi
Keadaan		
Penampakan	-	Cairan kental-semi padat
Bau	-	Normal/khas
Rasa	-	Asam/khas
Konsentrasi	-	Homogen
Kadar lemak (b/b)	%	Min 3,0
Total padatan susu bukan lemak	%	Min 8,2
Protein (Nx6,38)(b/b)	%	Min 2,7
Kadar abu	%	Maks 1.0
Keasaman (dihitung sebagai asam laktat) (b/b)	%	0,5 2,0
Cemaran logam		
Timbal (Pb)	mg/g	Maks. 0,3
Tembaga (Cu)	mg/g	Maks. 20,0
Seng (Zn)	mg/g	Maks. 40,0
Timah (Sn)	mg/g	Maks. 40,0
Raksa (Hg)	mg/g	Maks. 0,03
Arsen (As)	mg/g	Maks. 0,1
Cemaran Mikroba		

Bakteri coliform	APM/g	Maks. 10
	atau koloni/g	
<i>Salmonella</i>	APM/g	Negatif/25g
<i>Lysteria monocytogenesis</i>	APM/g	Negatif/25g
Jumlah bakteri starter	Koloni/g	Min. 10

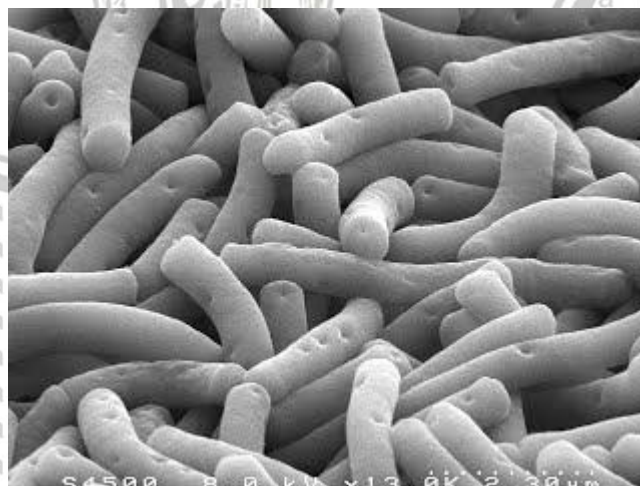
Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2009.

2.5.1 *Lactobacillus bulgaricus*

Lactobacillus bulgaricus masuk dalam bakteri gram positif bentuknya menyerupai batang serta tak membentuk endospora. Bakteri ini sifatnya homofermentatif atau dapat memproduksi asam laktat sebagai produk utama dalam fermentasi, tidak mencerna kasein, tidak memproduksi enzim katalase serta tak patogen (Sneath, 1986). *Lactobacillus bulgaricus* tumbuh optimum pada suhu sekitar 37°C dan pH sedikit asam yaitu 5,5. Jika pH nya terlalu asam berkisar 3,5-3,8, pertumbuhan *Lactobacillus bulgaricus* akan terhenti (Tamime dan Robinson, 1999).

Dalam kultur starter pembuatan yoghurt, umumnya menggunakan bakteri ini. Berdasar kebutuhan atas oksigen, bakteri ini masuk dalam golongan anaerob fakultatif, yang bisa tumbuh dengan ketersediaan oksigen serta tetap bisa tumbuh secara anaerob jika tak tersedia oksigen. Adapun berikut ialah klasifikasi *Lactobacillus bulgaricus* (Irianto, 2006):

Gambar 2.3 *Lactobacillus bulgaricus*



(Sumber: Surono, 2016)

Kingdom : Bacteria

Divisio : Firmicutes

Kelas : *Bacili*
 Ordo : *Lactobacillales*
 Famili : *Lactobacillaceae*
 Genus : *Lactobacillus*
 Spesies : *Lactobacillus bulgaricus*

2.5.2 *Streptococcus thermophilus*

Streptococcus thermophilus ialah bakteri gram positif yang bentuknya bulat (*coccus*), bentuk pertumbuhannya rantai. Bakteri ini bisa di klasifikasikan sebagai bakteri homofermentatif atau dapat memproduksi asam laktat sebagai produk utama fermentasi, dengan pH yang optimal guna tumbuh yakni sekitar 6,5 (Wahyudi, 2006).

Kemudian Wahyudi (2008), mengatakan bahwa beberapa manfaat yang dimiliki *Streptococcus thermophilus*, di antaranya efektif dalam mencerna laktosa, mampu membunuh bakteri patogen, serta bisa meningkatkan nilai makanan dengan menghasilkan mikronutrient. Di sisi lain, bakteri ini juga mampu membunuh rotavirus (penyebab utama penyakit diare akut non-bakteri pada anak dan bayi). Adapun klasifikasinya ialah (Basarang, 2013):



Gambar 2.4 *Streptococcus thermophilus*
 (Sumber: Surono, 2016)

Kingdom : *Bacteria*
 Divisio : *Firmicutes*
 Kelas : *Bacili*
 Ordo : *Lactobacillales*
 Famili : *Streptococcaceae*
 Genus : *Streptococcus*

Spesies : *S. Salivarius*

Subspesies: *S. Salivarius subsp. Thermophilus*

2.6 Caspian Sea Yoghurt

Caspian Sea Yoghurt merupakan salah satu jenis yoghurt yang banyak dikembangkan di Jepang. *Caspian Sea Yoghurt* memiliki ciri khas tersendiri dibandingkan dengan jenis yoghurt lainnya, karena *Caspian Sea Yoghurt* memiliki tingkat kekentalan (viskositas) yang lebih tinggi, dan tingkat keasamannya yang lebih rendah. Karena karakteristik itulah yang menyebabkan *Caspian Sea Yoghurt* banyak digemari oleh konsumen. Hal tersebut dapat disebabkan karena penggunaan starter bakteri pada *Caspian Sea Yoghurt* yaitu *Lactococcus lactis ssp cremoris* dan *Acetobacter orientalis*. Kedua bakteri ini berperan penting dalam menciptakan cita rasa yang khas dari *Caspian Sea Yoghurt* (Larasati, 2016).

2.6.1 *Lactobacillus Cremoris*

L. Cremoris merupakan bakteri berbentuk batang, termasuk bakteri gram positif dan sering membentuk pasangan dari rantai sel selnya. Bakteri ini sering digunakan dalam produksi buttermilk dan keju. Bakteri jenis ini umumnya lebih tahan terhadap keadaan asam. Dan juga *L. Cremoris* memiliki metabolisme homofermentatif dimana bakteri ini menghasilkan asam laktat dari gula. Sehingga bakteri *L.cremoris* lebih banyak terdapat pada tahapan terakhir dari fermentasi tipe asam laktat. Sehingga *L.cremoris* merupakan salah satu mikroorganisme terpenting dalam industri susu (Raja et al. ,2009).

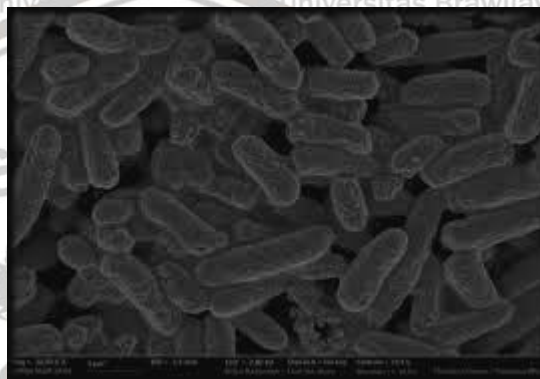
Gambar 2.5 *Lactobacillus cremoris*



(Sumber: Bart Weimer, Utah State University)

2.6.2 *Acetobacter orientalis*

A. Orientalis adalah genus dari bakteri asam asetat. Bakteri asam asetat dicirikan oleh kemampuan untuk mengubah etanol menjadi asam asetat dengan adanya oksigen. Dari jumlah tersebut, genus *A. Orientalis* dibedakan oleh kemampuannya untuk mengoksidasi laktat dan asetat menjadi karbon dioksida dan air. Bakteri dari genus *A. Orientalis* telah diisolasi dari proses fermentasi cuka industri dan sering digunakan sebagai kultur starter fermentasi.



Gambar 2.6 *Acetobacter orientalis*

(Sumber: Jin A, Lee, 2016)

2.7 Antibakteri

2.7.1 Golongan Antibakteri

- Bakteriolitik

Bakteriolitik adalah antibakteri yang memiliki kemampuan membunuh bakteri dengan cara lisis (memecahkan selnya), yang menyebabkan sitoplasma dalam sel keluar. Antibakteri akan menghambat sistesis dari dinding sel bakteri dengan cara menghambat enzim bakteri yang diperlukan untuk pemecahan sel dan sistesis seluler, yang akan menyebabkan bakteri mati akibat lisis sel (Gatti *et al.*, 2013).

- Bakteriostatik

Bakteriostatik ialah antibakteri yang memiliki kemampuan untuk menghambat proses biokimia penting pada sel bakteri, seperti sistesis protein. Karena zat antibakteri dapat berikatan lemah dengan target

selulernya (ribosom), sehingga apabila senyawa antibakteri dihilangkan, maka pertumbuhan bakteri dapat berlanjut kembali (Kristian *et al*, 2009)

- **Bakterisidal**

Bakterisidal merupakan antibakteri yang berikatan kuat dengan ribosom, sehingga mampu membunuh bakteri tanpa melisiskan sel bakteri targetnya. Bakterisidal lebih efektif bekerja pada bakteri gram positif dibandingkan bakteri gram negatif, hal ini dikarenakan gram positif memiliki membran sitoplasma yang lebih tipis dibandingkan gram negatif yang tebal. Membran sitoplasma yang tebal akan membentuk komponen dinding difusi yang tebal untuk melindungi dari senyawa hidrofobik dan hidrofilik yang memiliki ukuran yang besar (sulit ditembus) (Ikigai *et al.*, 1993)

2.8 Bakteri Uji

2.8.1 *Escherichia Coli*

Escherichia coli merupakan bakteri batang gram negatif, berukuran diameter sekitar $1,1 - 1,5 \mu\text{m} \times 0,2 - 0,6 \mu\text{m}$, tidak memiliki spora, motil berbentuk flagel peritrik. *E. coli* dapat bertahan hidup dimedium sederhana menghasilkan gas dan asam dari glukosa dan memfermentasi laktosa. Pergerakan bakteri ini motil, tidak motil, dan peritrikus, ada yang bersifat aerobik dan anaerobik fakultatif (Elfidasari *et al*. 2011).

Bakteri *E. coli* adalah satu jenis spesies yang banyak diketahui dari kelompok bakteri gram negatif fakultatif anaerobic yang mempunyai alat gerak berupa flagel dan tersusun dari sub unit protein yang disebut flagelin. *E.coli* memiliki berat molekul yang relatif rendah dengan ukuran diameter sebesar 12-18 nm dan dengan panjang 12 nm, kaku dan tersusun dari protein. Pili pada *E.coli* dapat berfungsi sebagai jalan pemindahan DNA saat konjugasi. Selain itu, *E.coli* dapat memproduksi lapisan lendir atau yang biasa disebut kapsul yang terbentuk dari polisakarida tebal dan air yang melapisi permukaan luar sel (Ikmalia 2008). Adapun klasifikasi dari *Escherichia coli* adalah sebagai berikut:



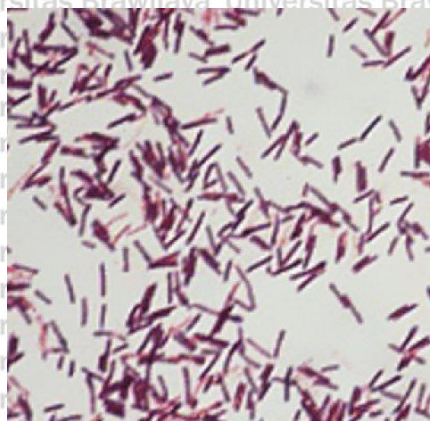
Gambar 2.7 *Escherichia coli*

(Sumber: Sutiknowati, 2016)

Kingdom : Bacteria
 Divisio : Proteobacteria
 Kelas : Gammaproteobacteria
 Ordo : Enterobacteriales
 Famili : Enterobacteriaceae
 Genus : *Escherichia*
 Spesies : *Escherichia coli*

2.8.2 *Bacillus cereus*

Bacillus cereus merupakan bakteri gram positif, dapat menghasilkan endospora, dan bersifat anaerob fakultatif. *Bacillus cereus* dapat tumbuh optimal pada suhu 30-37°C. Bakteri ini adalah bakteri patogen yang seringkali menjadi pencemar di beberapa bahan pangan dan dapat menyebabkan gangguan pada saluran pencernaan (gastrointestinal). Menurut Buckle dkk (2010), *B. cereus* merupakan genus *Bacillus* yang lebih sering mengontaminasi makanan, terutama mengontaminasi makanan yang berbahan dasar nasi. Adapun klasifikasi dari *Bacillus cereus* adalah sebagai berikut



Gambar 2.8 *Bacillus cereus*

(Sumber: Selim, 2018)

Kingdom : *Bacteria*
 Divisio : *Firmicutes*
 Kelas : *Bacilli*
 Ordo : *Bacillales*
 Famili : *Bacillaceae*
 Genus : *Bacillus*
 Spesies : *Bacillus cereus*

2.9 Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa mampu menghambat proses oksidasi lemak, dengan cara menangkap radikal bebas dan molekul-molekul yang sangat reaktif. Salah satu bentuk senyawa oksigen yang sangat reaktif adalah radikal bebas. Radikal bebas dapat dihasilkan di dalam tubuh dan kemunculannya dipicu oleh beragam faktor (Winarsi, 2007).

Antioksidan dalam pangan berperan penting untuk mempertahankan mutu produk, karena dapat mencegah berbagai macam kerusakan pada makanan, seperti perubahan nilai gizi, ketengikan, perubahan warna dan aroma, serta kerusakan fisik lain yang diakibatkan oleh reaksi oksidasi (Widjaya, 2003). Antioksidan yang dihasilkan secara alami didalam tubuh manusia tidak cukup untuk menangkap radikal bebas. Untuk itu tubuh memerlukan asupan antioksidan dari luar tubuh (Dalimartha dan Soedibyo, 1999).

Senyawa antioksidan yang terkandung pada ekstrak jahe antara lain gingerol, shogaol, dan gingeron (Putri, 2014). Sedangkan kayu secang

mengandung senyawa homoisoflavonoid, asam galat, tanin, pewarna merah saponin, dan brazilin. Batang dan daun tumbuhan ini mengandung alkaloid, tanin, flavonoid, saponin brazilin, dan fitosterol serta buahnya mengandung tanin (Yemirta, 2010).



BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Sentral Ilmu Hayati tepatnya di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Brawijaya dan Laboratorium Lingkungan Universitas Brawijaya. Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan November 2020 - Juni 2021.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah panci untuk merebus bahan herbal Kayu Secang dan Jahe, saringan untuk menyaring air, toples kaca sebagai wadah fermentasi serta peralatan pendukung yaitu thermometer, gelas beaker, gelas ukur, sendok, timbangan digital, dan kompor.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian adalah jahe dan kayu secang yang didapat dari pasar tradisional Merjosari Malang, gula, susu cair, dan *starter Caspian Sea Yoghurt* yang di impor dari Jepang. Bahan tambahan yang digunakan adalah media pertumbuhan bakteri seperti MRSA (Man Rogosa and Sharpe Agar), Nutrient Agar (NA), Plate Count Agar (PCA), pepton, NaOH, reagen Folinialcueteu, reagen DPPH, alkohol, dan akuades.

3.3 Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok. Konsentrasi herbal yang digunakan yaitu, 5%, 10%, 15%.

Sehingga apabila penelitian dikelompokkan berdasarkan ulangnya, dimana terdapat 3 kali ulangan sehingga didapatkan 18 satuan percobaan dan 1 Kontrol. Perlakuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Faktor I (Jenis Herbal), yaitu:

- A1 : Jahe
- A2 : Kayu Secang

b. Faktor II (Variasi Konsentrasi Herbal), yaitu:

- B1 : 5%
- B2 : 10%
- B3 : 15%

Sehingga menghasilkan kombinasi perlakuan sebagai berikut :

Tabel 3.1 Kombinasi Perlakuan

	B1	B2	B3
A1	A1B1	A1B2	A1B3
A2	A2B1	A2B2	A2B3

Keterangan kombinasi perlakuan:

A1B1 = Ekstrak Bubuk Jahe dengan konsentrasi sebanyak 5%

A1B2 = Ekstrak Bubuk Jahe dengan konsentrasi sebanyak 10%

A1B3 = Ekstrak Bubuk Jahe dengan konsentrasi sebanyak 15%

A2B1 = Ekstrak Secang Serut dengan konsentrasi sebanyak 5%

A2B2 = Ekstrak Secang Serut dengan konsentrasi sebanyak 10%

A2B3 = Ekstrak Secang Serut dengan konsentrasi sebanyak 15%

3.4 Pelaksanaan

Untuk membuat yogurt langkah pertama yang dilakukan ialah membuat ekstrak herbal. Pembuatan ekstrak herbal dilakukan dengan cara merebus herbal menggunakan air dengan perbandingan 1:10 untuk Jahe, 1:10 untuk Kayu Secang. Selanjutnya dilakukan proses pasteurisasi yang bertujuan untuk membunuh organisme merugikan seperti bakteri, protozoa, kapang, dan khamir. proses pasteurisasi susu dilakukan pada suhu 75°C selama 15 menit. Selanjutnya susu dituang ke dalam toples kaca yang sudah disterilisasi sebelumnya dan ditambahkan ekstrak herbal sebanyak 20% (v/v), ditambahkan gula sebanyak 30%, dan dibiarkan hingga suhunya turun mencapai 27°C. Kemudian starter dari *Caspian Sea Yogurt* ditambahkan sebanyak 10% (v/v). Proses inkubasi dilakukan pada suhu ruang ($\pm 27^\circ\text{C}$) selama 12 jam. Langkah terakhir yogurt dianalisa fisikokimia.

3.5 Pengamatan dan Analisa Data

3.5.1 Analisa Kimia

a. Nilai pH

pH adalah satuan ukur yang menguraikan tingkat atau kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. Satuan ukur atau unit pH diukur dari skala 0 sampai 14. pH netral ditunjukkan dengan angka 7, pH asam berada di bawah nilai 7 sedangkan pH basa berada diatas nilai 7. Menurut Agustina *et al.* (2015) Di dalam [ph meter](#) terdiri dari elektroda

yang telah terhubung dengan alat elektronik yang akan menampilkan hasil pengukuran. Langkah pertama dalam menggunakan pH meter yaitu melakukan kalibrasi terlebih dahulu dengan cara membersihkan elektrode (probe) dengan air destilasi lalu dikeringkan menggunakan tisu yang dilap searah, pH meter dikalibrasi dengan cara dicelupkan kedalam larutan buffer dengan pH 4 dan 7. Selanjutnya ujung katoda dicelupkan kedalam 100 ml sampel yogurt dan ditunggu beberapa saat hingga nilai pH muncul pada layar pH meter.

b. Total Fenol

Total fenol merupakan senyawa dengan gugus OH yang terikat pada cincin aromatik. Uji kandungan total fenol dilakukan dengan metode Folin-Ciocalteu. Menurut Yanuarti *et al.*, (2017) Prinsip pengukuran kandungan fenolik dengan reagen Folin-Ciocalteu adalah terbentuknya senyawa kompleks berwarna biru yang dapat diukur pada panjang gelombang 775 nm, yang diawali dengan kurva standar asam galat dibuat dengan variasi konsentrasi 20, 40, 60, 80 dan 100 µL/mL, lalu sampel dilarutkan dengan dengan etanol dalam konsentrasi 1 mg/mL. Kemudian larutan diambil sebanyak 10 µL dan ditambahkan ke dalam microplate reader yang telah berisi 160 µL akuades. Tiap sumur selanjutnya ditambahkan dengan 10 µL reagen Folin-Ciocalteu 10% dan 20 µL larutan Na₂CO₃ 10% serta dilakukan inkubasi selama 30 menit di suhu ruang. Lalu diukur absorbansi dengan panjang gelombang 775 nm. Perhitungan total fenolik dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Total fenolik GAE} = \left(\frac{\text{mg}}{\text{g}} \right) \times \text{GAE} = c \cdot \frac{v}{m}$$

Keterangan:

c: total fenolik dari kurva standar (mg/L)

v: volume ekstrak

m: bobot ekstrak (g)

c. Kadar Antioksidan

Aktivitas antioksidan dianalisa berdasarkan kemampuannya menangkap radikal bebas, Aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) dan diukur dengan *microplate reader*. Metode DPPH bertujuan untuk mengetahui berapa konsentrasi yang dipakai untuk menghambat radikal bebas pada suatu sampel. Berdasarkan Pangestu *et al.* (2017), prinsip penentuan antioksidan diawali dengan

Sampel sebanyak 0,5 ml ditambahkan ke 2 ml larutan 0,125 μ M DPPH metanol. Larutan kemudian dicampur dan dibiarkan pada suhu kamar dengan kondisi gelap selama 30 menit. Kemudian, absorbansi larutan diukur pada 517 nm. Kontrol dibuat dengan cara yang sama dengan menggunakan aquades sebagai pengganti sampel. Besarnya aktivitas antioksidan atau penangkapan radikal dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{(\text{Abs kontrol} - \text{Abs sampel})}{\text{Abs kontrol}} \times 100$$

Abs kontrol

3.5.2 Analisa Mikrobiologis

a. Total BAL (Bakteri Asam Laktat)

Analisa mikrobiologis berupa total bakteri asam laktat (BAL) diukur menggunakan metode perhitungan TPC dengan alat *colony counter*. Total BAL diukur menggunakan media agar MRS (*man rogosa sharpe*) sedangkan TPC diukur dengan media PCA (*Plate Count Agar*). Menurut Hidayat *et al.*, (2013), prosedur analisa diawali dengan sampel dilarutkan dalam aquades steril 1: 9 hingga pengenceran 10^1 - 10^6 . Pengenceran pertama dilakukan dengan 0,1 ml sampel ditambahkan 0,9 ml aquades steril. Pengenceran kedua dilakukan dengan 0,1 ml sampel hasil pengenceran sebelumnya (pengenceran pertama) ditambahkan 0,9 ml aquades steril, pengenceran ketiga dan seterusnya sesuai dengan prosedur pengenceran kedua.

Pembuatan agar MRS dilakukan dengan melarutkan 65,13 gram MRS ke dalam 1000 ml aquades. Sedangkan media PCA dibuat dengan melarutkan 17,5 gram bubuk PCA dalam 1000 ml aquades. Larutan MRS dan PCA kemudian dimasukkan dalam erlenmeyer dan disterilkan menggunakan *autoclave* suhu 121 $^{\circ}$ C selama 15 menit. Pencawan dilakukan dengan 1 ml sampel hasil pengenceran (10^4 , 10^5 , 10^6) dimasukkan ke dalam cawan petri yang sudah berisi agar MRS dan PCA setengah padat ± 10 ml. Cawan petri digerakkan membentuk angka 8 agar homogen. Setelah padat, cawan petri di inkubasi dalam posisi terbalik pada suhu 37 $^{\circ}$ C selama 48 jam. Jumlah koloni bakteri dihitung menggunakan *colony counter* dan dicatat hasilnya.

b. Antibakteri

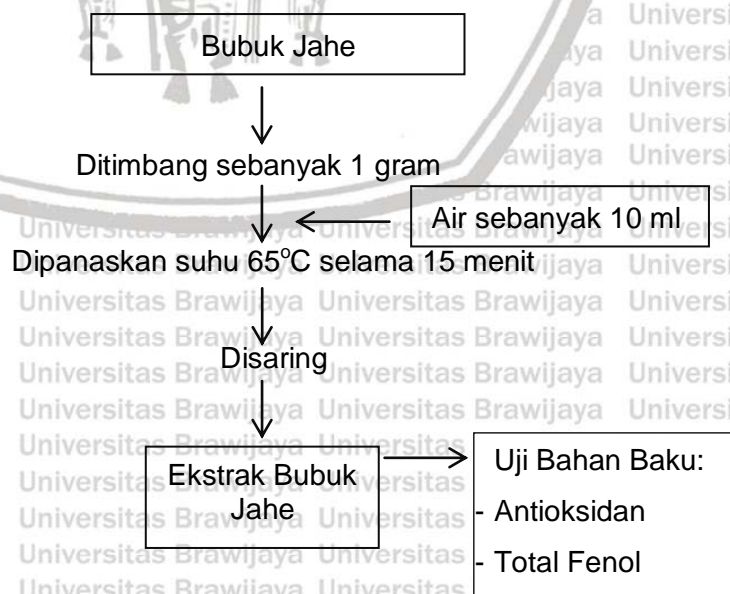
Analisis aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi agar yang menggunakan bakteri *Escherichia coli* dan bakteri *Bacillus cereus* yang dibiakkan selama 24 jam, dan dinokulasikan dengan metode *streak* ose pada media NA yang sudah dicampurkan dengan sampel yoghurt dengan media cawan tuang (*pour plate*). Masing masing kultur bakteri *E. coli* dan kultur bakteri *B.cereus* sebanyak 1 ose dimasukkan ke dalam cawan petri, lalu di *streak* pada media Nutrient Agar (NA). Diinkubasi pada 37°C selama 24 jam. Diamati daerah zona bening yang terbentuk dan diukur diameternya. Menurut Rachman *et al.* (2016), Adanya aktivitas antibakteri ditandai dengan daerah bening yang menunjukkan terhambatnya pertumbuhan bakteri. Semakin besar diameter daerah bening, maka semakin besar juga aktivitas antibakterinya.

3.5.3 Analisa Data

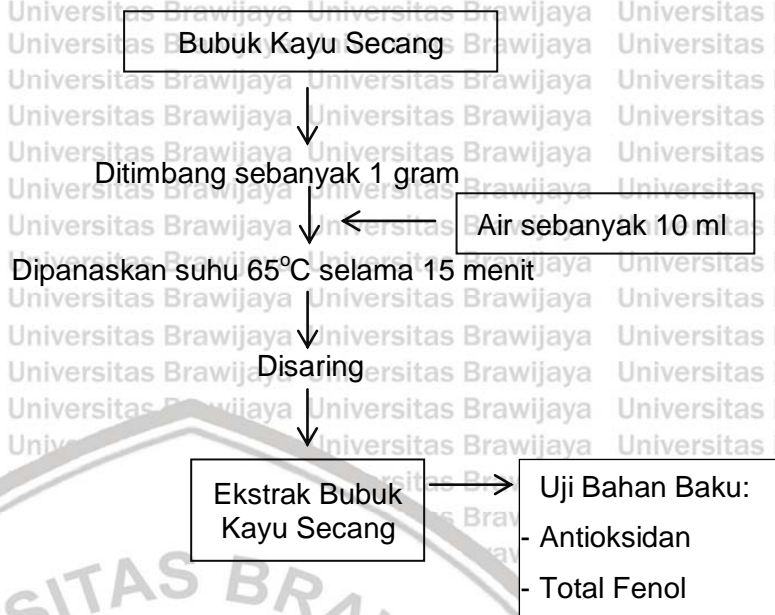
Data hasil penelitian akan di analisis dengan Analysis of Variance (ANOVA) menggunakan rancangan acak kelompok apabila terjadi adanya perbedaan nyata dari faktor percobaan maka dilakukan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) dengan selang kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$). Untuk pemilihan perlakuan terbaik menggunakan metode Zeleny (Zeleny, 1982).

3.6 Diagram Alir

3.6.1 Pembuatan Ekstrak Herbal Jahe



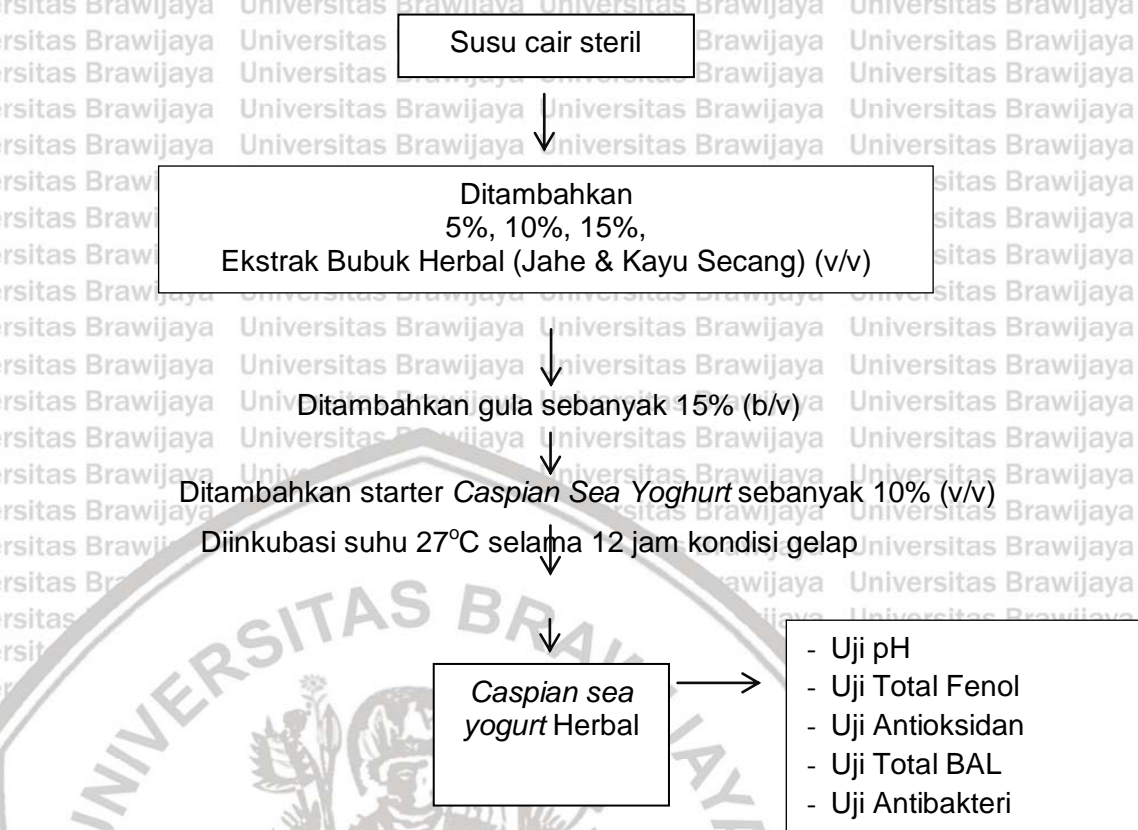
3.6.2 Pembuatan Ekstrak Herbal Kayu Secang



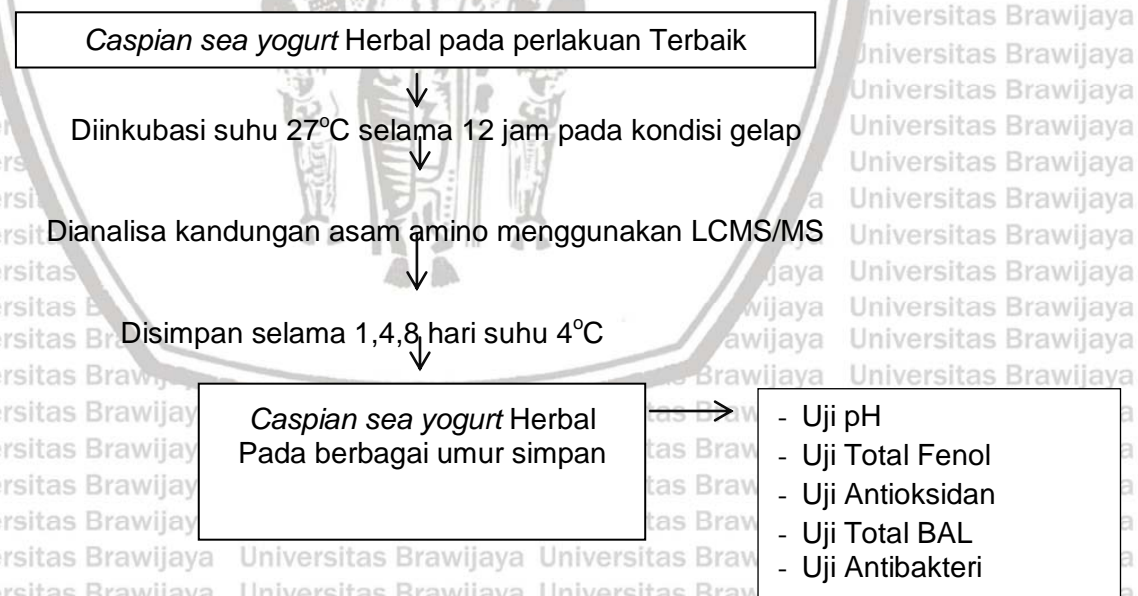
3.6.3 Preparasi Susu Steril



3.6.4 Pembuatan Caspian Sea Yoghurt 300ml



3.6.5 Analisa Perlakuan Terbaik



BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Bahan Baku

4.1.1 Total Fenol

Fenol adalah senyawa yang berbentuk cincin aromatik dan membentuk ikatan dengan hidroksil. Senyawa fenol juga dapat berfungsi sebagai antioksidan karena dapat memberikan atom-atom hidrogen kepada radikal bebas, sehingga mampu menghambat proses oksidasi lipid. Senyawa fenol yang bersifat sebagai antioksidan, dapat mencegah terjadinya berbagai penyakit seperti diabetes, kanker, penyakit jantung, dan lainnya (Anonim, 2010).

Metode Folin Ciocalteu sebagai metode pengujian kadar total fenol dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui kadar senyawa fenol yang terkandung dalam ekstrak bahan yakni jahe bubuk dan secang serut yang ditambahkan pada *Caspian Sea Yoghurt*. Berikut adalah hasil pengujian total fenol pada bahan baku:

Sampel	Total Fenol (mg GAE/gr sampel)	Pustaka
Jahe Bubuk	0,19	0,542 (Ibrahim dkk., 2015)
Secang Serut	0,14	0,258 (Alfonsius, 2015)

Tabel 4.1 Total Fenol Bahan Baku

Berdasarkan **Tabel 4.1** menunjukkan hasil total fenol pada ekstrak jahe bubuk sebesar 0.19 mg GAE/gr dan pada ekstrak secang serut sebesar 0.14 mg GAE/gr. Jika dibandingkan dengan pustaka yang ada bahwa total fenol pada ekstrak jahe bubuk sebesar 0,542 mg GAE/gr (Ibrahim dkk., 2015) dan pada ekstrak secang serut sebesar 0,258 mg GAE/gr (Alfonsius, 2015). Total fenol yang terkandung pada ekstrak jahe bubuk dan ekstrak secang serut berdasarkan hasil analisis lebih rendah (0,19 mg GAE/gr jahe bubuk; 0,14 mg GAE/gr secang serut) dibandingkan dengan pustaka yang ada (0,542 mg GAE/gr jahe bubuk; 0,258 mg GAE/gr secang serut). Perbedaan hasil analisis ini disebabkan oleh perbedaan lama dan suhu ekstraksi (Neswati, 2019).

4.1.2 Antioksidan

Secang memiliki kandungan seperti minyak atsiri, alkaloid, brazilin, flavonoid, saponin, tanin, propana, fenil, dan steroid (Sudarsono dkk, 2002). Senyawa flavonoid merupakan senyawa polifenol yang memiliki sifat sebagai antioksidan. Gaulejac *et al.* (1999) menyatakan bahwa ekstrak polifenol dari tumbuhan berperan sebagai penangkap radikal bebas atau antioksidan.

Metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) digunakan untuk mengetahui aktivitas penangkapan radikal bebas (Yuswatina, 2009). Dalam penelitian ini dilakukan pengujian aktivitas antioksidan dengan metode DPPH dimana akan dihitung presentase aktivitas ekstrak jahe bubuk dan secang serut dalam menangkap radikal dari reagen DPPH yang akan ditambahkan pada *Caspian Sea Yoghurt*. Berikut adalah hasil pengujian antioksidan pada bahan baku:

Sampel	Antioksidan (%)	Pustaka
Jahe Bubuk	51,51	57,19 (Islamiah dkk., 2019)
Secang Serut	55,13	53,86 (Widowati, 2011)

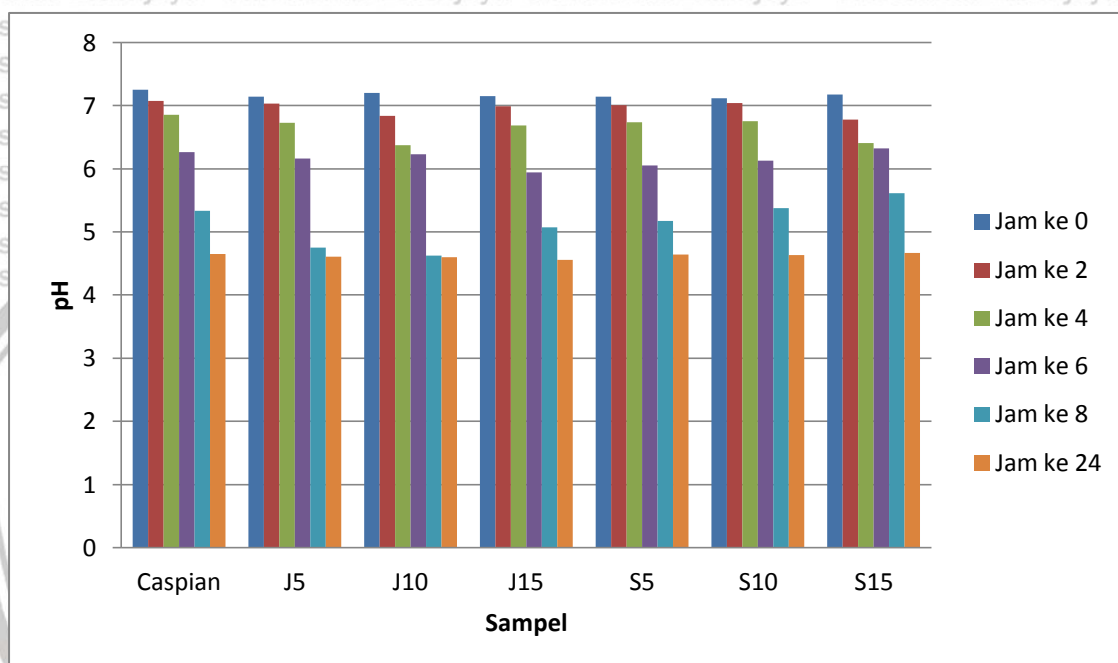
Tabel 4.2 Kadar Antioksidan Bahan Baku

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa aktivitas penangkapan radikal DPPH pada ekstrak jahe bubuk sebesar 51,51% dan pada ekstrak secang serut sebesar 55,13%. Jika dibandingkan dengan pustaka yang ada bahwa kadar antioksidan pada ekstrak jahe bubuk sebesar 57,19% (Islamiah dkk., 2019) dan pada ekstrak secang serut sebesar 53,83% (Widowati, 2011). Kandungan antioksidan yang terkandung pada jahe bubuk berdasarkan hasil penelitian memiliki nilai yang lebih rendah (51,51%), jika dibandingkan dengan pustaka yang memiliki nilai yang lebih tinggi (57,19%). Perbedaan hasil ini dapat disebabkan oleh kandungan komponen kimia dalam minyak atsiri jahe yang bervariasi. Komponen kimia yang bervariasi ini dapat disebabkan oleh kondisi agroklimat seperti musim, geografi, iklim. Selain itu, tingkat ketuaan, lingkungan, adaptasi metabolit dari tanaman, proses ekstraksi (suhu, lama ekstraksi, pelarut) dan bagian jahe yang di analisis seperti daun, batang atau rimpang (Ibrahim dkk., 2015).

4.2 Hasil Pengamatan

4.2.1 pH

Analisis pH ditujukan untuk mengetahui konsentrasi ion hidrogen yang merepresentasikan tingkat keasaman. Makin tinggi nilai pH yang didapatkan, maka tingkat keasaman akan semakin rendah dan sebaliknya, makin rendah nilai pH yang didapatkan, maka semakin tinggi pula tingkat keasaman (Kusumaningrum, 2008). Berikut adalah hasil pengujian pH pada sampel yang diuji setiap 2 jam:



Gambar 4.1 Grafik Penurunan pH pada *Caspian Sea Yoghurt* dengan Variasi Konsentrasi Herbal:Waktu Fermentasi

Berdasarkan hasil penelitian yang tertera pada **Gambar 4.1**, menunjukkan bahwa adanya penurunan pH yang signifikan terjadi pada jam ke 0 hingga jam ke 24. Adanya penurunan nilai pH, dapat menunjukkan bahwa terdapat aktivitas bakteri pada proses perombakan dari laktosa menjadi asam laktat. Adanya aktivitas bakteri asam laktat atau BAL ini menyebabkan terjadinya penurunan pH dari susu, yang berdampak meningkatkan tingkat keasaman, sehingga kasein (protein susu) menjadi tidak stabil, dan terkoagulasi sehingga membentuk gel yaitu yoghurt (Maharani dkk., 2019). pH awal susu mendekati pH normal, yakni berkisar antara 6,6 – 6,8 (Purnomo dkk., 2017) dan mengalami penurunan seiring berjalannya fermentasi hingga mencapai pH berkisar 4,56 – 4,66.

Penurunan pH terjadi karena terdapat aktivitas dari bakteri asam laktat (BAL) untuk menghasilkan ATP (energi) melalui proses fermentasi yaitu memecah laktosa menjadi asam laktat sederhana atau memecah substrat-substrat menjadi komponen yang sederhana. Pembentukan energi pada proses fermentasi ini digunakan untuk pembentukan sel-sel. Selain energi, hasil dari pemecahan laktosa antara lain asam laktat. Terbentuknya asam-asam organik tersebut kemudian menyebabkan turunnya nilai pH lingkungan dan menimbulkan aroma khas. Asam organik yang dihasilkan antara lain asam laktat dan asetaldehid (Larasati dkk., 2016).

Rerata hasil analisis pH pada *Caspian Sea Yoghurt* (kontrol), *Caspian Sea Yoghurt* dengan penambahan ekstrak herbal (jahe bubuk dan secang serut) dengan konsentrasi berbeda dapat dilihat pada **Tabel 4.3**.

Tabel 4.3 Rerata Hasil Analisis pH *Caspian Sea Yoghurt* dengan Variasi Substitusi Konsentrasi Herbal dan Waktu Fermentasi

Sampel	Jam	Nilai pH	
		Rerata	Penurunan
<i>Caspian Sea Yoghurt</i>	0	7,25 ^a ± 0,02	
	2	7,07 ^a ± 0.01	
	4	6,85 ^a ± 0.01	
	6	6,26 ^a ± 0.02	
	8	5,34 ^a ± 0.01	2,6
	12	4,84 ^a ± 0.02	
	24	4,65 ^a ± 0.01	
<i>Caspian</i> + Jahe 5%	0	7,14 ^a ± 0.01	
	2	7,03 ^a ± 0.01	
	4	6,73 ^a ± 0,02	
	6	6,17 ^a ± 0,01	
	8	4,75 ^a ± 0,04	2,53
	12	4,69 ^a ± 0.02	
	24	4,61 ^a ± 0,01	
<i>Caspian</i> + Jahe 10%	0	7,20 ^a ± 0,02	
	2	6,51 ^a ± 0,01	
	4	6,37 ^a ± 0,02	
	6	6,23 ^a ± 0,01	

	8	$4,62^a \pm 0,01$	2,6
	12	$4,61^a \pm 0,02$	
	24	$4,6^a \pm 0,01$	
Caspian + Jahe 15%	0	$7,15^a \pm 0,01$	
	2	$6,99^a \pm 0,01$	
	4	$6,69^a \pm 0,02$	
	6	$5,94^a \pm 0,01$	2,59
	8	$5,07^a \pm 0,01$	
	12	$4,88^a \pm 0,01$	
	24	$4,56^a \pm 0,01$	
Caspian + Secang 5%	0	$7,14^a \pm 0,01$	
	2	$7,01^a \pm 0,01$	
	4	$6,73^a \pm 0,01$	
	6	$6,05^a \pm 0,01$	2,5
	8	$5,17^a \pm 0,01$	
	12	$4,80^a \pm 0,02$	
	24	$4,64^a \pm 0,01$	
Caspian + Secang 10%	0	$7,12^a \pm 0,02$	
	2	$7,04^a \pm 0,01$	
	4	$6,75^a \pm 0,01$	
	6	$6,13^a \pm 0,04$	2,49
	8	$5,37^a \pm 0,05$	
	12	$4,93^a \pm 0,02$	
	24	$4,63^a \pm 0,01$	
Caspian + Secang 15%	0	$7,18^a \pm 0,01$	
	2	$6,78^a \pm 0,02$	
	4	$6,41^a \pm 0,01$	
	6	$6,32^a \pm 0,01$	2,52
	8	$5,61^a \pm 0,04$	
	12	$5,01^a \pm 0,01$	
	24	$4,66^a \pm 0,02$	

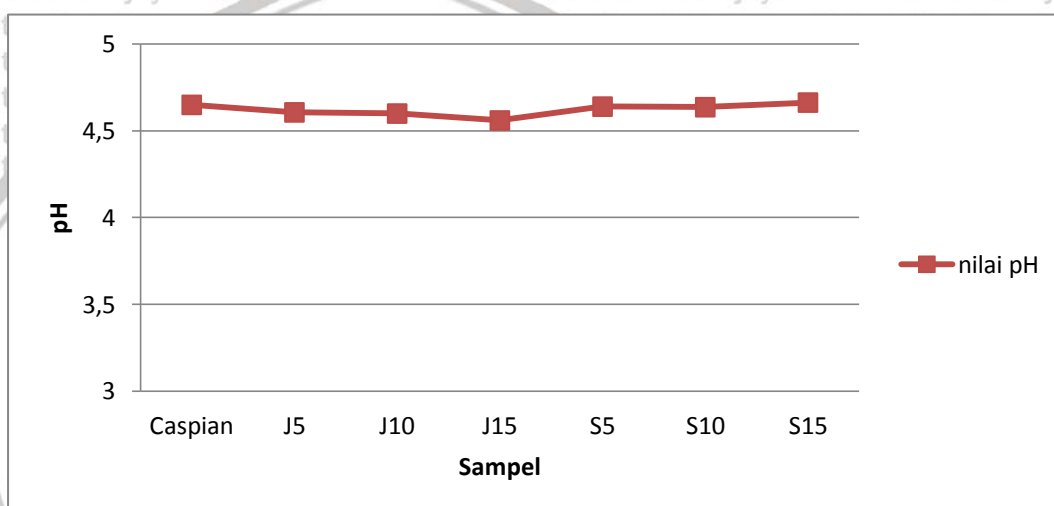
Keterangan : 1) Hasil analisis merupakan rerata 3 kali pengulangan
 2) Angka setelah \pm merupakan standar deviasi
 3) Notasi huruf pada hasil analisis merupakan hasil pada Uji Lanjut BNT 5%

Pada **Tabel 4.3** dapat dilihat bahwa setiap sampel yakni *Caspian Sea Yoghurt*, *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk konsentrasi 5%;10%;15%, dan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut konsentrasi 5%;10%;15% mengalami penurunan yang signifikan diawal fermentasi (jam ke 0) dan diakhir fermentasi (jam ke 24). Rerata penurunan pH ini berkisar antara 2,49 – 2,6, yang mana nilai penurunan terendah diperoleh dari *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut sebanyak 10%, dan nilai penurunan tertinggi diperoleh dari *Caspian Sea Yoghurt* (kontrol) dan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk sebanyak 10%.

Pada waktu fermentasi ke 0 jam, pH yoghurt tertinggi diperoleh oleh *Caspian Sea Yoghurt* (kontrol) yaitu memiliki pH sebesar 7,25, sedangkan nilai pH terendah diperoleh oleh *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut sebanyak 10% yaitu sebesar 4,57. Pada waktu fermentasi ke 2 jam, pH yoghurt tertinggi diperoleh oleh *Caspian Sea Yoghurt* (kontrol) yaitu memiliki pH sebesar 7,07, sedangkan nilai pH terendah diperoleh oleh *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut sebanyak 15% yaitu sebesar 6,78. Pada waktu fermentasi ke 4 jam, pH yoghurt tertinggi diperoleh oleh *Caspian Sea Yoghurt* (kontrol) yaitu memiliki pH sebesar 6,85, sedangkan nilai pH terendah diperoleh oleh *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk sebanyak 10% yaitu sebesar 6,37. Pada waktu fermentasi ke 6 jam, pH yoghurt tertinggi diperoleh oleh *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut sebanyak 15% yaitu memiliki pH sebesar 6,32, sedangkan nilai pH terendah diperoleh oleh *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk sebanyak 15% yaitu sebesar 5,94. Pada waktu fermentasi ke 8 jam, pH yoghurt tertinggi diperoleh oleh *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut sebanyak 15% yaitu memiliki pH sebesar 5,61, sedangkan nilai pH terendah diperoleh oleh *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk sebanyak 10% yaitu sebesar 4,62. Pada waktu fermentasi ke 12 jam, pH yoghurt tertinggi diperoleh oleh *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut sebanyak 15% yaitu memiliki pH sebesar 5,01, sedangkan nilai pH terendah diperoleh oleh *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk sebanyak 10% yaitu sebesar 4,61. Pada waktu fermentasi ke 24 jam, pH

yoghurt tertinggi diperoleh oleh *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut sebanyak 15% yaitu memiliki pH sebesar 4,66, sedangkan nilai pH terendah diperoleh oleh *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk sebanyak 15% yaitu sebesar 4,56.

Berdasarkan SNI yoghurt, pH minimal yang dimiliki yoghurt adalah sebesar 4.6 sehingga data yang diperoleh oleh *Caspian Sea Yoghurt* substitusi herbal baik ekstrak jahe bubuk atau ekstrak secang serut yang difermentasikan selama 0 – 24 jam sudah memenuhi standar minimum fermentasi yoghurt. Hal ini dapat dibuktikan dengan data yang ditunjukkan pada **Gambar 4.2**.



Gambar 4.2 Grafik Nilai pH *Caspian Sea Yoghurt* dengan Variasi Konsentrasi Herbal:Waktu Fermentasi

Pada **Gambar 4.2** dapat dilihat bahwa nilai pH pada *Caspian Sea Yoghurt* dengan variasi konsentrasi herbal memiliki nilai yang stabil berkisar 4,56 – 4,66. Dari data tersebut juga dapat diketahui bahwa nilai pH akhir terendah diperoleh dari *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk sebanyak 15%, sedangkan nilai pH akhir tertinggi diperoleh dari *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut sebanyak 15%. Seperti yang dikemukakan Larasati et.al, (2016), bahwa pada pH 4.6, kasein mengalami titik isoelektrik, dimana terjadi penurunan pada aktivitas air sehingga menyebabkan terkoagulasinya protein (kasein) dan meningkatnya viskositas.

Nilai akhir pH yang didapatkan oleh *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk baik dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15%,

berbeda dengan hasil penelitian Wakhidah (2017) yang memiliki nilai pH lebih rendah pada Yoghurt yang disubstitusi dengan ekstrak jahe. Hal ini disebabkan karena *Caspian Sea Yoghurt* memiliki karakteristik asam yang lebih ringan dibanding dengan yoghurt biasa seperti yang di kemukakan oleh Larasati dkk., (2016). Namun konsentrasi penambahan ekstrak jahe dapat mempengaruhi nilai pH, bahwa semakin banyak konsentrasi ekstrak jahe yang ditambahkan, maka nilai pH yang didapat akan semakin rendah (Wakhidah, 2017).

Sedangkan nilai akhir pH yang didapatkan oleh *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut baik dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15%, yang juga berbeda dengan penelitian Elisa (2019) dimana pH yang didapatkan lebih rendah pada Yoghurt yang disubstitusi dengan ekstrak secang. Hal ini disebabkan karena *Caspian Sea Yoghurt* memiliki karakteristik asam yang lebih ringan dibanding dengan yoghurt biasa seperti yang di kemukakan oleh Larasati dkk., (2016).

4.2.2 Total BAL

Pengamatan total bakteri asam laktat (BAL) dilakukan pada waktu fermentasi jam ke 12. Hasil analisa rerata total bakteri asam laktat (BAL) *Caspian Sea Yoghurt* dengan variasi konsentrasi ekstrak herbal berkisar antara $3,34 \times 10^7$ - $4,70 \times 10^7$. Rerata hasil analisis total bakteri asam laktat (BAL) pada *Caspian Sea Yoghurt* (kontrol), *Caspian Sea Yoghurt* dengan penambahan ekstrak herbal (jahe bubuk dan secang serut) dengan konsentrasi berbeda dan dibandingkan dengan pH jam ke 12 fermentasi dapat dilihat pada **Tabel 4.4**.

Tabel 4.4 Rerata Hasil Analisis Total BAL *Caspian Sea Yoghurt* dengan Variasi Substitusi Konsentrasi Herbal dan nilai pH 12 Jam

Sampel	Rerata Jumlah Koloni (10^7 CFU/ml)	pH 12 Jam
<i>Caspian Sea Yoghurt</i>	$3,78^a \pm 0,58$	$4,84^a \pm 0,02$
<i>Caspian</i> + Jahe 5%	$4,0^a \pm 0,51$	$4,69^a \pm 0,02$
<i>Caspian</i> + Jahe 10%	$3,34^a \pm 0,82$	$4,61^a \pm 0,02$
<i>Caspian</i> + Jahe 15%	$4,67^a \pm 0,89$	$4,88^a \pm 0,01$
<i>Caspian</i> + Secang 5%	$4,43^a \pm 1,02$	$4,80^a \pm 0,02$
<i>Caspian</i> + Secang 10%	$4,2^a \pm 0,29$	$4,93^a \pm 0,02$

Caspian + Secang 15% 3,78^a ± 1,27 5,01^a ± 0.01

Keterangan : 1) Hasil analisis merupakan rerata 3 kali pengulangan
2) Angka setelah ± merupakan standar deviasi
3) Notasi huruf pada hasil analisis merupakan hasil pada Uji Lanjut BNT 5%

Dari **Tabel 4.4** dapat dilihat data yang diperoleh dari hasil analisis total bakteri asam laktat (BAL) bahwa nilai total bakteri asam laktat tidak memiliki range yang terlalu besar di setiap sampelnya. Dari kisaran $3,34 \times 10^7$ - $4,70 \times 10^7$, didapatkan nilai total bakteri asam laktat (BAL) tertinggi yakni diperoleh dari *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut sebanyak 10% dan nilai total bakteri asam laktat terendah yakni diperoleh dari *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk sebanyak 10%.

Penambahan ekstrak secang serut dan ekstrak jahe bubuk pada *Caspian Sea Yoghurt* dengan konsentrasi yang semakin tinggi akan menyebabkan penurunan dari total bakteri asam laktat. Tetapi total bakteri asam laktat (BAL) dari seluruh perlakuan penambahan masih dalam batas ambang yang ditetapkan oleh SNI yaitu sebesar 10^7 CFU/ml. Namun hal ini memiliki nilai yang berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Larasati dkk., (2016) yang menyatakan bahwa nilai total bakteri asam laktat dari *Caspian Sea Yoghurt* yaitu berkisar pada 10^9 CFU/ml.

Total bakteri asam laktat (BAL) yang menurun pada *Caspian Sea Yoghurt* ini disebabkan karena adanya kandungan antibakteri yang disebabkan karena penambahan ekstrak jahe bubuk dan ekstrak secang serut. Secang serut mengandung flavonoid yang juga memiliki sifat sebagai antibakteri. Sedangkan aktivitas antibakteri pada jahe merah berasal dari komponen kimia yang terkandung, antara lain bisabolene, sesquiterpenoid, β sesquiphellandrene, zingiberene, dan farnesene (Malu et al. 2009).

Pada **Tabel 4.4** juga terdapat data pH di waktu fermentasi jam ke 12 yang dapat menunjang hasil analisis dari nilai total bakteri asam laktat (BAL). Jika pH yang dihasilkan cukup rendah (asam), maka terjadi pemecahan laktosa menjadi asam-asam laktat sederhana oleh bakteri asam laktat. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa pH di waktu fermentasi jam ke 12 berkisar antara 4,61 – 5,01, yang mana nilai tersebut sudah memasuki pH asam.

Hal ini sesuai dengan Marshall (1987), dimana asam laktat yang terbentuk dari hasil pemecahan laktosa menyebabkan yoghurt memiliki rasa yang relatif asam dengan ditunjukkan karena memiliki nilai pH yang rendah. Nilai pH rendah menunjukkan bahwa laktosa yang dipecah menjadi asam laktat berjumlah besar (Hadiwiyoto, 1983). Semakin tinggi aktivitas dari bakteri asam laktat dalam pemecahan laktosa, maka nilai pH yoghurt yang dihasilkan akan semakin rendah. Hal ini sesuai dengan Buckle, dkk (1987), dimana bakteri asam laktat (BAL) merupakan jenis bakteri yang dapat menghasilkan asam laktat sebagai hasil dari metabolisme/pemecahan gula (karbohidrat) dalam bentuk laktosa.

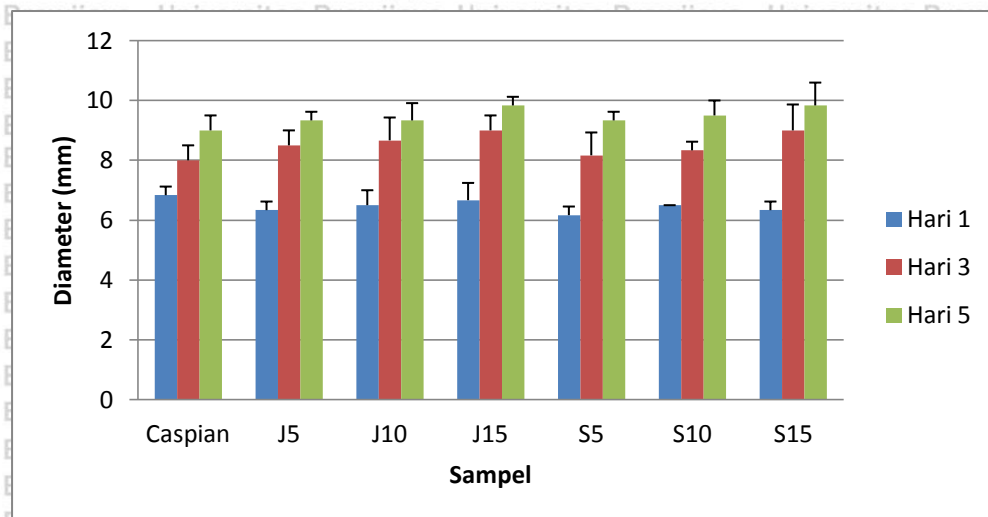
Mekanisme pemecahan laktosa menjadi asam laktat yaitu laktosa yang berasal dari susu dihidrolisis menjadi galaktosa dan glukosa oleh bakteri β -D-galaktosidase serta menjadi galaktosa-6-fosfat dan glukosa oleh enzim β D-fosfogalaktosidase. Kemudian, glukosa diubah menjadi asam piruvat dan akhirnya asam piruvat yang terbentuk dari glukosa, dipecah kembali menjadi asam laktat (Hendarto dkk., 2019). Hofvendadl (2000) juga mengatakan bahwa pemecahan laktosa menjadi asam-asam laktat sederhana oleh beberapa jenis bakteri *Lactobacillus* merupakan proses glikolisis dengan mengubah laktosa menjadi asam piruvat kemudian dipecah kembali menjadi asam-asam laktat sederhana.

4.2.3 Antibakteri

Pengamatan aktivitas antibakteri dilakukan dengan menggunakan bakteri uji seperti bakteri *Escherichia coli* dan *Bacillus cereus* sebagai indikator dan dihitung zona hambat berwarna bening pada cawan petri. Terbentuknya zona hambat berwarna bening disekitar kertas cakram pada cawan petri menunjukkan terhambatnya pertumbuhan bakteri akibat pengaruh senyawa antibakteri yang terkandung pada ekstrak jahe bubuk baik konsentrasi 5%;10%;15%, dan ekstrak secang serut baik konsentrasi 5%;10%;15%.

a. *Escherichia coli*

Pada pengujian aktivitas antibakteri dengan menggunakan bakteri *Escherichia coli* didapatkan zona bening berkisar 7,89 – 8,39 mm. Grafik perubahan diameter zona bening pada *Caspian Sea Yoghurt* variasi konsentrasi herbal dan waktu inkubasi dapat dilihat pada **Gambar 4.3**.



Gambar 4.3 Grafik Diameter Zona Bening *Caspian Sea Yoghurt* dengan Variasi Konsentrasi Herbal:Waktu Inkubasi

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa *Caspian Sea Yoghurt* (kontrol) memiliki zona bening dengan diameter yang relatif rendah jika dibandingkan dengan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk baik konsentrasi 5%;10%;15%, dan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut baik konsentrasi 5%;10%;15%. Mulyani (2010) menyatakan bahwa ekstrak jahe bubuk mengandung beberapa komponen minyak atsiri yang tersusun dari α -pinena, kariofilena, kamfena, β -pinena, sineol, α -farnesena, dl-kamfor, kariofilenaoksida, isokariofilena, dan germakron yang menghasilkan senyawa antimikroba sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Sedangkan kandungan kimia yang terdapat dalam secang antara lain minyak atsiri, senyawa tanin, asam galat, resorsin, resin, brasilin, brasilein, d α phellandrene, dan oscimene (Hidayat et al., 2015).

Selain itu, semakin lama waktu inkubasi juga terjadi peningkatan yang cukup signifikan pada diameter zona bening yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan Septiani dkk., (2017) bahwa semakin lama waktu inkubasi maka diameter zona bening yang dihasilkan juga semakin besar. Rerata hasil analisis diameter zona bening pada *Caspian Sea Yoghurt* (kontrol), *Caspian Sea Yoghurt* dengan penambahan ekstrak herbal (jahe bubuk dan secang serut) dengan konsentrasi berbeda dan variasi waktu inkubasi dapat dilihat pada **Tabel 4.5**

Tabel 4.5 Rerata Hasil Analisis Diameter Zona Bening *Caspian Sea Yoghurt* dengan Variasi Substitusi Konsentrasi Herbal dan Waktu Inkubasi

Sampel	Rerata Diameter Zona Bening (mm)
<i>Caspian Sea Yoghurt</i>	7,94 ^a ± 0,89
<i>Caspian</i> + Jahe 5%	8,05 ^{ab} ± 1,26
<i>Caspian</i> + Jahe 10%	8,17 ^{ab} ± 1,21
<i>Caspian</i> + Jahe 15%	8,5 ^b ± 1,34
<i>Caspian</i> + Secang 5%	7,89 ^{bc} ± 1,31
<i>Caspian</i> + Secang 10%	8,11 ^{cd} ± 1,23
<i>Caspian</i> + Secang 15%	8,39 ^d ± 1,49

Keterangan : 1) Hasil analisis merupakan rerata 3 kali pengulangan dan 5 hari pengamatan
 2) Angka setelah ± merupakan standar deviasi
 3) Notasi huruf pada hasil analisis merupakan hasil pada Uji Lanjut BNT 5%

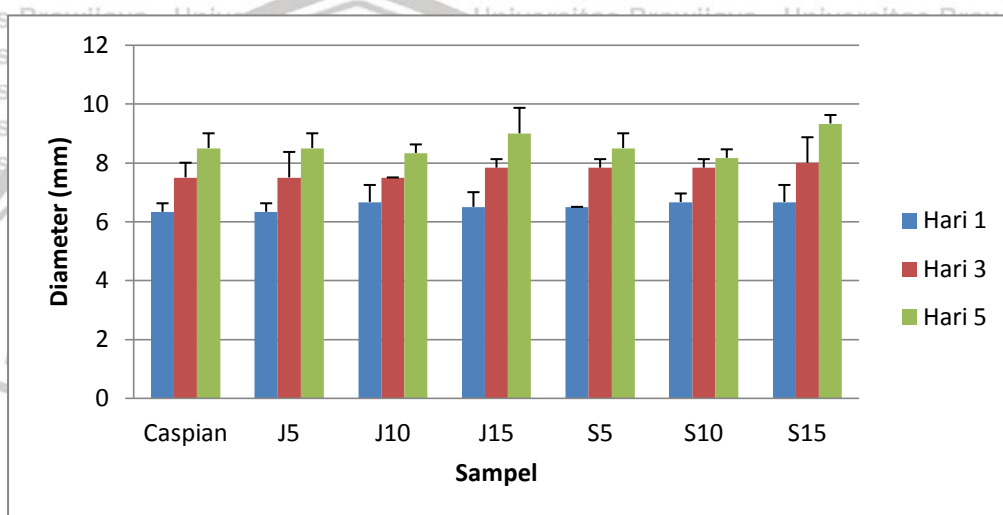
Pada **Tabel 4.5** dapat disimpulkan bahwa pembentuk zona bening pada *Caspian Sea Yoghurt* (kontrol) relatif rendah atau kecil jika dibandingkan dengan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk baik konsentrasi 5%;10%;15%, dan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut baik konsentrasi 5%;10%;15%. Pada *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk, diameter zona bening terbesar ada pada konsentrasi 15%. Begitu juga dengan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut, diameter zona bening terbesar ada pada konsentrasi 15%.

Ekstrak jahe bubuk lebih mudah masuk kedalam dinding sel bakteri *E. coli* jika dibandingkan ekstrak secang serut. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil penelitian, bahwa diameter zona bening ekstrak jahe bubuk lebih besar dibandingkan ekstrak secang serut. Hal ini diduga karena kurangnya kemelimpahan senyawa antibakteri yang terkandung dalam ekstrak secang serut. Berbeda dengan ekstrak jahe yang memiliki lebih banyak senyawa antibakteri didalamnya seperti beberapa komponen minyak atsiri yang tersusun dari *α-pinena*, *kariofilena*, *kamfena*, *β-pinena*, *sineol*, *α-farnesena*, *dl-kamfor*, *kariofilenaoksida*, *isokariofilena*, dan *germakron*, sehingga cukup untuk masuk ke dinding sel bakteri *Escherichia coli* dan menyebabkan

kerusakan pada sel. Struktur membran luarnya yang kompleks terdiri atas fosfolipida, lipoprotein, dan lipopolisakarida dapat membatasi senyawa aktif kedalam membran sel yang dapat dipenetrasi oleh senyawa antibakteri (Ariyanti dkk, 2012).

b. *Bacillus cereus*

Pada pengujian aktivitas antibakteri dengan menggunakan bakteri *Bacillus cereus* didapatkan zona bening berkisar 7,44 – 8,0 mm. Grafik perubahan diameter zona bening pada *Caspian Sea Yoghurt* variasi konsentrasi herbal dan waktu inkubasi dapat dilihat pada **Gambar 4.4**.



Gambar 4.4 Grafik Diameter Zona Bening *Caspian Sea Yoghurt* dengan Variasi Konsentrasi Herbal:Waktu Inkubasi

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa *Caspian Sea Yoghurt* (kontrol) memiliki zona bening dengan diameter yang relatif rendah jika dibandingkan dengan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk baik konsentrasi 5%;10%;15%, dan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut baik konsentrasi 5%;10%;15%. Mulyani (2010) menyatakan bahwa ekstrak jahe bubuk mengandung beberapa komponen minyak atsiri yang tersusun dari α -pinena, kariofilena, kamfena, β -pinena, sineol, α -farnesena, dl-kamfor, kariofilenaoksida, isokariofilena, dan germakron yang dapat menghasilkan senyawa antibakteri yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Sedangkan kandungan kimia yang terkandung dalam secang antara lain senyawa tanin, minyak atsiri, resin, resorsin, asam galat, brasilin, brasilein, d α phellandrene, dan oscimene (Iliev267, 2009).

Selain itu, semakin lama waktu inkubasi juga terjadi peningkatan yang cukup signifikan pada diameter zona bening yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan Septiani dkk., (2017) bahwa semakin lama waktu inkubasi maka diameter zona bening yang dihasilkan juga semakin besar. Rerata hasil analisis diameter zona bening pada *Caspian Sea Yoghurt* (kontrol), *Caspian Sea Yoghurt* dengan penambahan ekstrak herbal (jahe bubuk dan secang serut) dengan konsentrasi berbeda dan variasi waktu inkubasi dapat dilihat pada **Tabel 4.6**.

Tabel 4.6 Rerata Hasil Analisis Diameter Zona Bening *Caspian Sea Yoghurt* dengan Variasi Substitusi Konsentrasi Herbal dan Waktu Inkubasi

Sampel	Rerata Diameter Zona Bening (mm)
<i>Caspian Sea Yoghurt</i>	7,44 ^a ± 0,88
<i>Caspian</i> + Jahe 5%	7,44 ^a ± 0,89
<i>Caspian</i> + Jahe 10%	7,5 ^{ab} ± 0,68
<i>Caspian</i> + Jahe 15%	7,78 ^{bc} ± 1,02
<i>Caspian</i> + Secang 5%	7,56 ^c ± 0,64
<i>Caspian</i> + Secang 10%	7,61 ^{cd} ± 0,83
<i>Caspian</i> + Secang 15%	8,0 ^d ± 1,09

Keterangan : 1) Hasil analisis merupakan rerata 3 kali pengulangan dan 5 hari pengamatan
2) Angka setelah ± merupakan standar deviasi
3) Notasi huruf pada hasil analisis merupakan hasil pada Uji Lanjut BNT 5%

Pada **Tabel 4.6** dapat disimpulkan bahwa pembentukkan zona bening pada *Caspian Sea Yoghurt* (kontrol) relatif rendah atau kecil jika dibandingkan dengan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk baik konsentrasi 5%;10%;15%, dan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut baik konsentrasi 5%;10%;15%. Pada *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk, diameter zona bening terbesar ada pada konsentrasi 15%. Begitu juga dengan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut, diameter zona bening terbesar ada pada konsentrasi 15%.

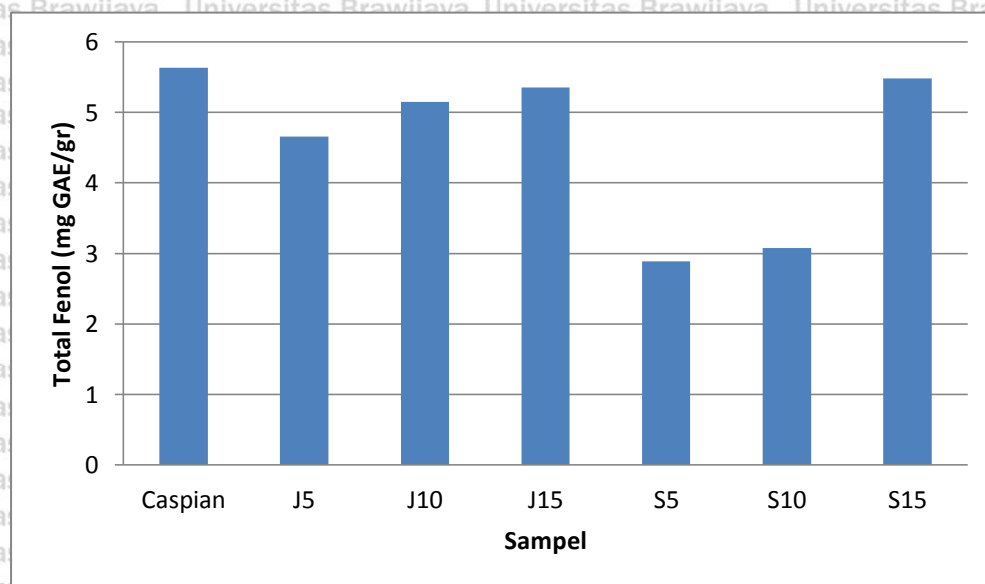
Namun diameter zona bening yang diperoleh *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut memiliki nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk. Sehingga dapat disimpulkan bahwa, ekstrak secang serut lebih mudah menembus dinding sel bakteri *B. cereus* dibandingkan ekstrak jahe. Hal ini dapat dilihat dari diameter zona bening *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut lebih besar dibandingkan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk.

Struktur dinding sel bakteri juga dapat mempengaruhi perbedaan sensitivitas bakteri untuk menghadapi aktivitas antibakteri. Dinding sel pada bakteri gram positif dapat lebih mudah ditembus oleh senyawa antibakteri karena strukturnya yang lebih sederhana jika dibandingkan dengan dinding sel yang dimiliki oleh bakteri Gram negatif sehingga memudahkan antibakteri untuk menembus kedalam sel bakteri gram positif (Dewi, 2010). Menurut Radji (2010), dinding sel bakteri gram positif memiliki perbedaan, dimana dinding selnya terdiri oleh beberapa lapisan peptidoglikan tebal dan kaku, serta terdapat asam teikoat. Sedangkan membran luar sel bakteri gram negatif terdiri atas fosfolipida, lipoprotein, dan polisakarida.

Hasil uji aktivitas antibakteri *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut belum dapat dikatakan lebih efektif terhadap bakteri gram positif karena diameter zona bening yang dihasilkan pada bakteri gram positif dan gram negatif memiliki besar yang hampir sama. Sama halnya dengan hasil uji aktivitas antibakteri *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk belum dapat dikatakan lebih efektif terhadap bakteri gram negatif karena diameter zona bening yang dihasilkan pada bakteri gram positif dan gram negatif juga memiliki besar yang hampir sama. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dikemukakan oleh Wardani (2012).

4.2.4 Total Fenol

Pengamatan total fenol dilakukan pada waktu fermentasi jam ke 12. Hasil analisa rerata total fenol *Caspian Sea Yoghurt* dengan variasi konsentrasi ekstrak herbal berkisar antara 2,89 mg GAE/gr – 5,63 mg GAE/gr. Grafik perubahan total fenol pada *Caspian Sea Yoghurt* variasi konsentrasi herbal dapat dilihat pada **Gambar 4.5**.



Gambar 4.5 Grafik Total Fenol *Caspian Sea Yoghurt* dengan Variasi Konsentrasi Herbal

Pada **Gambar 4.5** dapat terlihat bahwa *Caspian Sea Yoghurt* memiliki nilai total fenol yang relatif tinggi jika dibandingkan dengan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk dan ekstrak secang serut dengan variasi yang sama, yakni 5%,10%, dan 15%. Selain itu, dari gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin bertambahnya konsentrasi ekstrak herbal yang ditambahkan kedalam *Caspian Sea Yoghurt*, maka semakin tinggi kandungan total fenol yang terkandung. Hal ini sesuai dengan Suryani (2012) bahwa semakin besar konsentrasi ekstrak jahe bubuk yang ditambahkan maka hasil yang diperoleh mempunyai kadar fenol yang makin besar. Sama halnya dengan ekstrak secang serut, dimana total fenol akan semakin tinggi seiring dengan bertambahnya konsentrasi ekstrak secang serut yang ditambahkan (Tri Aji, 2011). Rerata hasil analisis total fenol pada *Caspian Sea Yoghurt* (kontrol), *Caspian Sea Yoghurt* dengan penambahan ekstrak herbal (jahe bubuk dan secang serut) dengan konsentrasi berbeda dapat dilihat pada **Tabel 4.7**.

Tabel 4.7 Rerata Hasil Analisis Total Fenol *Caspian Sea Yoghurt* dengan Variasi Substitusi Konsentrasi Herbal

Sampel	Rerata Total Fenol (mg GAE/gr sampel)
<i>Caspian Sea Yoghurt</i>	5,63 ^a ± 1,61

<i>Caspian</i> + Jahe 5%	4,66 ^a ± 0,71
<i>Caspian</i> + Jahe 10%	5,15 ^a ± 1,72
<i>Caspian</i> + Jahe 15%	5,35 ^a ± 1,65
<i>Caspian</i> + Secang 5%	2,89 ^a ± 0,18
<i>Caspian</i> + Secang 10%	3,08 ^a ± 0,17
<i>Caspian</i> + Secang 15%	5,48 ^a ± 2,16

Keterangan : 1) Hasil analisis merupakan rerata 3 kali pengulangan
 2) Angka setelah ± merupakan standar deviasi
 3) Notasi huruf pada hasil analisis merupakan hasil pada Uji Lanjut BNT 5%

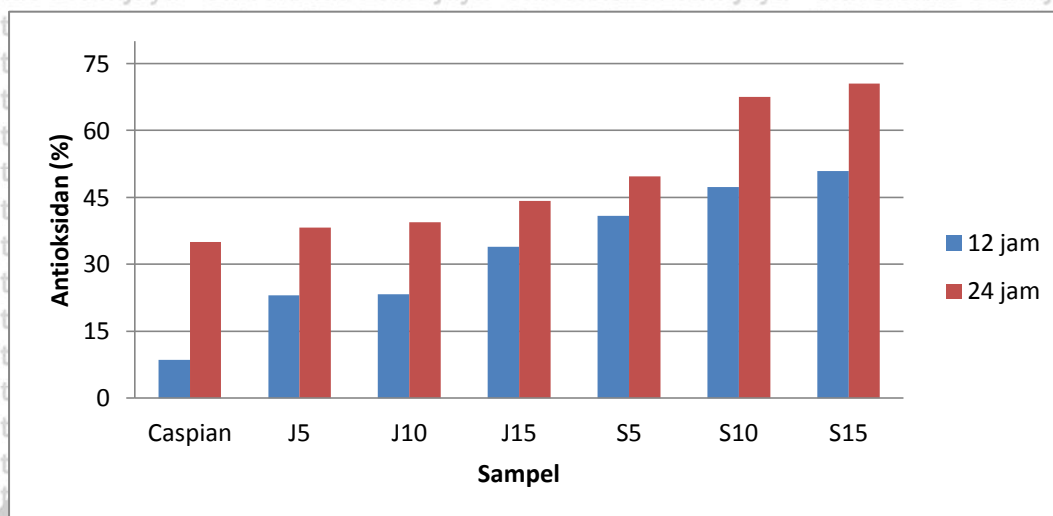
Dapat dilihat pada **Tabel 4.7** bahwa setiap sampel yakni *Caspian Sea Yoghurt* sebagai kontrol, mendapatkan total fenol yang relatif tinggi jika dibandingkan dengan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk baik konsentrasi 5%;10%;15%, dan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut baik konsentrasi 5%;10%;15%, yakni sebesar 5,63 mg GAE/gr. Selain itu total fenol *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk baik konsentrasi 5%;10%;15%, dan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut baik konsentrasi 5%;10%;15%, mengalami kenaikan total fenol yang juga signifikan disetiap kenaikan konsentrasi ekstrak herbal yang ditambahkan. Hal ini sesuai dengan Suryani (2012) bahwa semakin besar konsentrasi ekstrak jahe bubuk yang ditambahkan maka hasil yang diperoleh mempunyai kadar fenol yang makin besar. Sama halnya dengan ekstrak secang serut, dimana total fenol akan semakin tinggi seiring dengan bertambahnya konsentrasi ekstrak secang serut yang ditambahkan (Tri Aji, 2011).

Menurut Kinsella *et al.* (1993) senyawa fenol dapat berfungsi sebagai antioksidan karena memiliki kemampuan menghilangkan radikal – radikal bebas dan radikal peroksida sehingga efektif dalam menghambat oksidasi lipida.

4.2.5 Antioksidan

Pengamatan kadar antioksidan dilakukan pada waktu fermentasi jam ke 12 dan jam ke 24. Hasil analisa rerata kadar antioksidan *Caspian Sea Yoghurt* dengan variasi konsentrasi ekstrak herbal pada jam ke 12 berkisar

antara 8,62%-50,91%. Sedangkan pada jam ke 24 berkisar antara 35,02%-70,54%. Grafik perubahan kadar antioksidan pada *Caspian Sea Yoghurt* variasi konsentrasi herbal selama fermentasi dapat dilihat pada **Gambar 4.6**.



Gambar 4.6 Grafik Kadar Antioksidan *Caspian Sea Yoghurt* dengan Variasi Konsentrasi Herbal

Pada **Gambar 4.6** dapat terlihat bahwa *Caspian Sea Yoghurt* memiliki kadar antioksidan yang relatif rendah jika dibandingkan dengan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk dan ekstrak secang serut dengan variasi yang sama, yakni 5%, 10%, dan 15%. Hal itu disebabkan karena jahe memiliki komponen utama berupa *6gingerol*, *6-shogaol*, *8-gingerol*, dan *10-gingerol* yang menunjukkan kadar antioksidan yang kuat (Larasati, 2017), dan adanya senyawa antara lain flavonoid, tannin, dan fenolat berpotensi sebagai antioksidan yang terdapat pada ekstrak secang serut (Puspadani dkk., 2019).

Selain itu, juga terdapat perbedaan kadar antioksidan pada pengujian jam ke 12 fermentasi dan pengujian jam ke 24 fermentasi, yang ditandai dengan terjadinya kenaikan kadar antioksidan. Hal ini sesuai dengan Trimulyono (2019) dimana semakin bertambahnya waktu fermentasi yoghurt, kadar antioksidan yang terkandung juga akan semakin tinggi. Salah satu penyebab terjadinya kenaikan kadar antioksidan pada waktu fermentasi yang semakin lama adalah jika meningkatnya kadar asam laktat seiring lamanya waktu fermentasi, maka akan memicu meningkatnya aktivitas antioksidan (Widowati dan Misgiyarta, 2002). Rerata hasil analisis

kadar antioksidan pada *Caspian Sea Yoghurt* (kontrol), *Caspian Sea Yoghurt* dengan penambahan ekstrak herbal (jahe bubuk dan secang serut) dengan konsentrasi berbeda dapat dilihat pada **Tabel 4.8**.

Tabel 4.8 Rerata Hasil Analisis Kadar Antioksidan *Caspian Sea Yoghurt* dengan Variasi Substitusi Konsentrasi Herbal dan Waktu Fermentasi

Sampel	Rerata Antioksidan (%)	
	12 Jam	24 Jam
<i>Caspian Sea Yoghurt</i>	17,90 ^d ± 6,16	35,02 ^d ± 1,70
<i>Caspian</i> + Jahe 5%	23,11 ^{cd} ± 6,59	38,20 ^{cd} ± 4,72
<i>Caspian</i> + Jahe 10%	23,25 ^{cd} ± 4,99	39,31 ^{cd} ± 5,59
<i>Caspian</i> + Jahe 15%	33,89 ^{bc} ± 5,51	46,24 ^{bc} ± 6,26
<i>Caspian</i> + Secang 5%	40,81 ^{ab} ± 7,53	49,67 ^b ± 3,32
<i>Caspian</i> + Secang 10%	47,34 ^{ab} ± 7,95	67,51 ^a ± 1,41
<i>Caspian</i> + Secang 15%	50,08 ^a ± 5,35	70,54 ^a ± 0,98

Keterangan : 1) Hasil analisis merupakan rerata 3 kali pengulangan
 2) Angka setelah ± merupakan standar deviasi
 3) Notasi huruf pada hasil analisis merupakan hasil pada Uji Lanjut BNT 5%

Dapat dilihat pada **Tabel 4.8** bahwa setiap sampel yakni *Caspian Sea Yoghurt* sebagai kontrol, mendapatkan kadar antioksidan yang lebih rendah dengan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk baik konsentrasi 5%;10%;15%, dan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut baik konsentrasi 5%;10%;15%, yakni hanya sebesar 8,62% pada pengujian jam ke 12 fermentasi, dan 30,54% pada pengujian jam ke 24 fermentasi. Selain itu kadar antioksidan *Caspian Sea Yoghurt* sebagai kontrol, dengan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak jahe bubuk baik konsentrasi 5%;10%;15%, dan *Caspian Sea Yoghurt* dengan substitusi ekstrak secang serut baik konsentrasi 5%;10%;15%, mengalami kenaikan kadar antioksidan yang juga signifikan disetiap kenaikan konsentrasi ekstrak herbal yang ditambahkan.

Hal ini sesuai dengan Larasati (2017) bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak jahe bubuk yang diberikan, maka nilai kadar antioksidan juga meningkat.. Sama halnya dengan ekstrak secang serut. Semakin banyak penambahan ekstrak secang serut pada *Caspian Sea*

Yoghurt maka semakin tinggi pula kadar antioksidan yang terkandung didalamnya (Puspadani dkk., 2019).

Pada pengujian jam ke 12 fermentasi, kadar antioksidan terendah diperoleh dari *Caspian Sea Yoghurt* (kontrol), dan kadar antioksidan tertinggi diperoleh dari *Caspian Sea Yoghurt* yang disubstitusi ekstrak secang serut dengan konsentrasi 15%. Sedangkan pada pengujian jam ke 24 fermentasi, kadar antioksidan terendah diperoleh dari *Caspian Sea Yoghurt* (kontrol), dan kadar antioksidan tertinggi diperoleh dari *Caspian Sea Yoghurt* yang disubstitusi ekstrak secang serut dengan konsentrasi 15%.

4.2.6 Perlakuan Terbaik

Karakteristik *Caspian Sea Yoghurt* dengan perlakuan penambahan ekstrak jahe bubuk dengan konsentrasi 5%, 10% dan 15% dan penambahan ekstrak secang serut dengan konsentrasi 5%, 10% dan 15% dibandingkan. Perbandingan tersebut dilakukan untuk mengetahui *Caspian Sea Yoghurt* dengan perlakuan manakah yang menghasilkan komposisi terbaik. Pemilihan perlakuan terbaik *Caspian Sea Yoghurt* dengan variasi penambahan konsentrasi ekstrak jahe bubuk dengan konsentrasi 5%, 10% dan 15% dan penambahan ekstrak secang serut dengan konsentrasi 5%, 10% dan 15% dianalisa dengan menggunakan metode *Multiple Attribute Zeleny* (Zeleny, 1992). Parameter analisa pH, total bakteri asam laktat (BAL), aktivitas antibakteri, total fenol, dan aktivitas antioksidan. Berdasarkan hasil perhitungan, *Caspian Sea Yoghurt* dengan penambahan ekstrak secang serut konsentrasi 15% merupakan *Caspian Sea Yoghurt* dengan konsentrasi perlakuan terbaik. Nilai *Caspian Sea Yoghurt* dengan penambahan ekstrak secang serut konsentrasi 15% ditunjukkan dalam Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Karakteristik *Caspian Sea Yoghurt* dengan Variasi Konsentrasi Ekstrak Herbal pada Perlakuan Terbaik

Parameter	<i>Caspian Sea Yoghurt</i>	<i>Caspian Sea Yoghurt</i> + Secang 15%
pH	4,84	5,01
Total BAL (10^7 CFU/ml)	3,87	3,78
Aktivitas Antibakteri (mm)		



BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Hasil penelitian menunjukkan pembuatan *Caspian Sea Yoghurt* dengan variasi konsentrasi ekstrak jahe bubuk dan ekstrak secang serut memberikan pengaruh nyata ($\alpha < 0,05$) pada parameter aktivitas antibakteri dan kadar antioksidan.
2. Variasi konsentrasi ekstrak herbal yang menghasilkan produk *Caspian Sea Yoghurt* sebagai komposisi terbaik yaitu pada variasi *Caspian Sea Yoghurt* yang disubstitusi ekstrak secang serut dengan konsentrasi 15%. Karakteristik berdasarkan parameter yang digunakan antara lain, yaitu: pH = 5,01, total BAL = $3,78 \times 10^7$, aktivitas antibakteri: *E. coli* = 8,39, *B. cereus* = 8,00, total fenol = 5,48 $\mu\text{g GAE/ml}$, dan aktivitas antioksidan = 50,08%.

5.2 Saran

1. Diperlukan adanya penambahan konsentrasi herbal agar data yang dihasilkan dapat diolah secara maksimal.
2. Diperlukan uji secara triplo untuk seluruh uji agar data yang didapat lebih akurat.
3. Terdapat data hasil penelitian yang kurang akurat pada uji total mikroba metode *Total Plate Count* (TPC) dimana kesalahan tersebut dapat diperbaiki, namun pengujian tidak dapat dilakukan akibat terbatasnya waktu penggunaan laboratorium karena sedang masa pandemi Covid-19.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanti, N., Darmayasa, I., Sudirga, S. 2012. Daya Hambat Ekstrak Kulit Daun Lidah Buaya (*Aloe barbadensis miller*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dan *Escherichia coli* ATCC 25922. *Jurnal Biologi* XVI(1): 1- 4.
- Badan Standarisasi Nasional. 1992. SNI 01-2981-1992. *Standar Mutu Yoghurt*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Basarang, Maisarah. 2013. *Pengaruh Bakteriosin Dari Streptococcus Thermophilus Sebagai Pengawet Terhadap Lama Penyimpanan Dangke*. Makassar: Universitas Hasanuddin
- Dalimartha, S dan Soedibyo, M. 1999. *Awet Muda dengan Tumbuhan Obat dan Diet Suplemen*. Jakarta: Trubus Agriwidya.
- Depkes RI. 2005. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Jakarta: Depkes RI.
- Dewi, F.K., 2010, Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) terhadap Bakteri Pembusuk Daging Segar [Skripsi S-1], Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Elfidasari, D. et al., 2011. Perbandingan Kualitas Es di Lingkungan Universitas Al Azhar Indonesia dengan Restoran Fast Food di Daerah Senayan dengan Indikator Jumlah *Escherichia coli* Terlarut. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, Vol.1(No.1).
- Gatti, John W et al. 2013. "Using Electrospun Poly (Ethylene-Oxide) Nanofibers for Improved Retention and Efficacy of Bacteriolytic Antibiotics." : 887–93.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia. Terjemahan*. Badan Litbang Kehutanan: Jakarta.
- Hidayat, I. R., Kusrahayu, dan Mulyani, S. 2013. Total Bakteri Asam Laktat, Nilai pH, dan Sifat Organoleptik Drink Yoghurt dari Susu Sapi yang Diperkaya dengan Ekstrak Buah Mangga. *Animal Agriculture Journal* 2(1):160-167

Hidayat, Syamsul, Rodame & Napitupulu. 2015. *Kitab Tumbuhan Obat*. Jakarta: Penerbit Agriflo.

Hofvendahl, K. dan B. H. Haegerdal. (2000). Factors affecting the fermentative lactic acid production from renewable resources. *Enz.Microb Technol.* 26: 87-107.

Ikigai, Hajime, Taiji N., Yukihiro H., and Tadakatsu S. 1993. "Bactericidal Catechins Damage the Lipid Bilayer." *BBA - Biomembranes* 1147(1): 132-36.

Ikmalia, 2008. *Analisa Profil Protein Isolat Escherichia coli*. Jakarta : Fakultas sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta

Irianto, K. 2006. *Mikrobiologi Menguk Dunia Mikroorganisme*. Jilid 2. Bandung: CV. YramaWidya.

Jay, J. M. M. J. Leosner dan G. A. Golden. 2005. *Modern Food Microbiology. 7th Edition*. Springer, New York.

Juliantina, F., Citra, D. A., & Nirwani, B. 2008. *Manfaat Sirih Merah (Piper crocatum) Sebagai Agen Anti Bakterial Terhadap Bakteri Gram Positif Dan Gram Negatif*.

Julianto, B., Rossi, E. and Yusmarini, Y., 2016. *Karakteristik kimiawi dan mikrobiologi kefir susu sapi dengan penambahan susu kedelai* (Doctoral dissertation, Riau University).

Karlina, Y., Adirestuti, P., Agustini, D. M., Fadhillah, N. L., & Malita, D. 2012. *Pengujian Potensi Antijamur Ektrak Air Kayu Secang Terhadap Aspergillus niger dan Candida albicans*, 84-87.

Kristian, Sascha A et al. "Impairment of Innate Immune Killing Mechanisms by Bacteriostatic Antibiotics." : 1107-16.

Kumala, S., Devana, & Tulus, D. 2013. *Aktivitas Antibakteri Rebusan Secang Terhadap Salmonella thypii Secara Vivo.pdf*, 33:46-52.

Larasati, T., Kushadi, J. and Widyastuti, E., 2016. PEMANFAATAN WHEY DALAM PEMBUATAN CASPIAN SEA YOGURT DENGAN MENGGUNAKAN ISOLAT *Lactobacillus cremoris* DAN

- Acetobacter orientalis* [IN PRESS JANUARI 2016]. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 4(1).
- Maitimu, C.V., Legowo, A.M. and Al-Barrii, A.N., 2013. Karakteristik mikrobiologis, kimia, fisik dan organoleptik susu pasteurisasi dengan penambahan ekstrak daun Aileru (*Wrightia calycina*) selama penyimpanan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(1).
- Mirza, Z. 2010. *Inventarisasi pemanfaatan tumbuhan obat secara tradisional oleh Suku Osing Banyuwangi*. Jember: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Jember.
- Noviyanti, N., 2016. Analisis Penilaian Organoleptik Cake Brownies Substitusi Tepung Wikau Maombo. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 1(1).
- Praja, Denny Indra. 2015. *Zat Adiktif Makanan: Manfaat dan Bahayanya*. Penerbit Garudhawaca: Yogyakarta.
- Putri, D.A., 2014. *Pengaruh Metode Ekstraksi dan Konsentrasi Terhadap Aktivitas Jahe Merah (Zingiber officinale var rubrum) Sebagai Antibakteri Escherichia coli*. Bengkulu: Universitas Bengkulu.
- Rachman, S.D., Djajasopena, S., Indrawati, I., Bangun, L., Kamara, D.S. and Ishmayana, S., 2016. Penentuan Kadar Riboflavin dan Uji Pendahuluan Aktivitas Antibakteri Yogurt yang Difermentasi dengan Bakteri yang Diisolasi dari Yogurt Komersial. In *Seminar Nasional Kimia dan Pembelajaran Kimia, Departemen Kimia, Universitas Padjadjaran, Jatinangor* (Vol. 12).
- Radji, M. 2010. *Buku Ajar Mikrobiologi Panduan Mahasiswa Farmasi dan Kedokteran*. Jakarta: EGC
- Rahayu, E.S., R. Indriati, T. Utami, E. Harmayani, M.N. Cahyanto. 1993. *Bahan Pangan Hasil Fermentasi*, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, UGM, Yogyakarta.
- Rahmawati, F. 2011. *Kajian potensi 'wedang uwuh' sebagai minuman fungsional*. *Seminar Nasional 'Wonderfull Indonesia'*. Yogyakarta: Jurusan PTBB FT UNY.

- Rethowati, Y., Bialangi, N., & Posangi, N. W. 2011. *Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus Pada Media Yang Diekspos Dengan Infus Daun Sambiloto (Andrographis Paniculata)*, 6(2).
- Rina, O., W, C. U., & Ansori. 2012. *Efektifitas Ekstrak Kayu Secang (Caesalpinia sappan L) Sebagai Bahan Pengawet Daging*, 12(3):181–186.
- Routray, W. Dan H. N. Mishra. 2011. Scientific and Technical Aspects of Yoghurt Aroma and Taste; a review. *Journal Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 10(4):208-220.
- Sari, L. O. R. K. 2006. Pemanfaatan obat tradisional dengan pertimbangan manfaat dan keamanannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, III (1) : 1 - 7.
- Savitry, Nisa Ishma. 2016. *Total Bakteri Asam Laktat, Total Asam, Nilai Ph, Viskositas, Aktivitas Antioksidan Dan Sifat Organoleptik Yoghurt Dengan Penambahan Jus Buah Tomat*. Semarang: Fakultas Peternakan & Pertanian Universitas Diponegoro.
- Selim, Khaled A. 2018. Bioflocculation of (Iron oxide – Silica) system using *Bacillus cereus* bacteria isolated from Egyptian iron ore surface. *Egyption Journal of Petroleum*. Page 235-240. Cairo: Elsevier.
- Septiani, dkk. 2017. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Lamun (*Cymodocea rotundata*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Saintek Perikanan*. Vol. 13 No. 1: 1-6
- Sneath, P.H.A., N.S. Mair, M.E. Sharpe. 1986. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Vol 2. Baltimore: William and Wilkins.
- Surono, Inggid S. 2016. *Probiotik, Mikrobiome dan Pangan Fungsional*. Yogyakarta: Deepublish.
- Sutiknowati, Lies Indah. 2016. Bioindikator Pencemar, Bakteri *Escherichia coli*. *Oseana*. Volume XLI, Nomor 4 Tahun 2016 : 63 – 71.
- Tamime, A.Y dan R.K. Robinson. 1999. *Yoghurt, Science and Technology*. New York: Pergamon Press.
- Uhl, S.R. 2000. *Handbook of Spices, Seasonings and Flavoring*. Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster-USA.

- Wahyudi, M. 2006. Proses Pembuatan dan Analisis Mutu Yoghurt. *Buletin Teknik Pertanian* Vol. 11 No. 1, 2006. Teknisi Litkayasa Pelaksana pada Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Bogor.
- Wahyudi, A dan Samsundari S. 2008. *Bugar dengan Susu Fermentasi, Rahasia Hidup Sehat Panjang Umur*. Malang: UMM Press
- Wakhidah, Nur, dkk. 2017. Yoghurt Susu Sapi Segar dengan Penambahan Ekstrak Ampas Jahe dari Destilasi Minyak Atsiri. *Proceeding Biology Education Conference*. Vol. 14 (1): 278-284
- Wardani, Erinda T. *Pengaruh Ekstrak Jahe (Zingiber officinale Rosc.) var. Gajah Terhadap Kualitas Spermatozoa Mencit (Mus musculus) yang Terpapar 2-Methoxyethanol*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Wardani, Yunita Dinar. 2012. "Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) Terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Shigella sonnei* ATCC 9290, dan *Escherichia coli* ATCC 25922". Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Widjaya, C.H. 2003. *Peran Antioksidan Terhadap Kesehatan Tubuh, Healthy Choice*. Edisi IV.
- Widowati, S., dan Misgiyarta. 2002. *Efektifitas Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam Pembuatan Produk Fermentasi Berbasis Protein/Susu Nabati*. Bogor: Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.
- Widowati, Wahyu. 2011. Uji Fitokimia dan Potensi Antioksidan Ekstrak Etanol Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.). *JKM*. Vol. 11 No. 11: 23-29
- Winarsi, Hery. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Yogyakarta: Kanisius.
- Wijayakusuma, H., Dalimartha, S., dan Wirian, A., 1996, *Tanaman Berkhasiat Obat di Indonesia*. Jilid ke-4. Jakarta : Pustaka Kartini.
- Yusriana, C. sari, Budi, C. setya, & Dewi, T. 2014. *Uji Daya Hambat Infusa Daun Nangka (Artocarpus heterophyllus) Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus*, 5(November), 1–7.

Yemita. 2010. Identifikasi Kandungan Senyawa Antioksidan Dalam Kayu Secang (*Caesalpinia Sappan*). *Jurnal Kimia dan Kemasan*, Vol. 32 No.2 Oktober 2010 : 41-46.

Zeleny, M. 1982. *Multiple Criteria Decision Making*. Mc Graw-Hill. New York.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Metode Analisa *Caspian Sea Yoghurt*

A. Analisa pH (Apriyanto, 1989)

- pH meter dinyalakan
- Dibilas elektroda menggunakan akuades lalu dikeringkan dengan tisu
- Dimasukan elektroda ke dalam larutan *buffer* 4, ditunggu hingga stabil
- Dibilas elektroda menggunakan akuades lalu dikeringkan dengan tisu
- Dimasukan elektroda ke dalam larutan *buffer* 7, ditunggu hingga stabil
- Dibilas elektroda menggunakan akuades lalu dikeringkan dengan tisu
- Dimasukkan elektroda ke dalam larutan sampel, ditunggu hingga pembacaan pH stabil
- Dicatat pH sampel

B. Analisa Total Fenol (Modifikasi Beg *et al.*, 2011)

- Pembuatan kurva standard asam galat

- Dibuat larutan stok asam galat 200 ppm (0,01 gram dalam 50 ml akuades)
- Diencerkan hingga didapat larutan 0 (blanko); 20; 40; 60; 80; 100 ppm (0, 1, 2, 3, 4, dan 5 ml ke dalam labu ukur 10 ml)
- Diambil 0,5 ml tiap konsentrasi larutan asam galat ke dalam tabung reaksi
- Ditambahkan 2,5 ml reagen Folin-Ciocalteu 10% (v/v), divortex selama 2 menit
- Diinkubasi selama 30 menit dalam kondisi tertutup dan pada suhu ruang
- Diukur absorbansi larutan stok 100 ppm untuk mencari panjang gelombang maksimum menggunakan spektrofotometer Uv-Vis pada panjang gelombang 690-770 nm
- Dibuat kurva standar asam galat dengan x = konsentrasi larutan asam galat dan y = absorbansi. Dihitung persamaan regresi dan R^2

- Analisa pada sampel

- Sampel ditimbang 50 µl ditambah 10 µl reagen folin
- Inkubasi 3 menit
- Ditambahkan 150 µl Na₂CO₃
- Inkubasi 30 menit
- Dibaca mikroplate reader panjang gelombang 760 nm
- Deluasi asam galat kolom A1 – A12
- Dikalibrasikan dengan kurva standard asam galat untuk didapatkan total fenol dalam satuan µg GAE/ml

$$\text{Perhitungan} = \frac{C \times v \times FP}{gr}$$

Keterangan:

- C = Konsentrasi fenol
V = Volume ekstrak yang digunakan (ml)
FP = Faktor pengenceran
gr = berat sampel (gr)

C. Analisa Aktivitas Antioksidan dengan DPPH (Modifikasi Pinsirodu et al., 2010)

- Pengujian absorbansi larutan blanko

- Diambil 2 ml larutan DPPH 0,1 mM
- Ditambah 3 ml metanol
- Divorteks hingga homogen
- Diinkubasi selama 30 menit dalam tempat gelap pada suhu ruang
- Diukur absorbansi untuk mencari panjang gelombang maksimum menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400-600 nm

- Analisa aktivitas antioksidan sampel

- Isi kolom A dengan sampel yogurt 200 µl
- Isi kolom B sampai G dengan aquades 100 µl
- Kolom H control DPPH= aquades 100 µl+ reagen 100 µl
- Pada kolom A diambil 100 µl dan didelusi dari B ke G
- Diinkubasi sampel selama 30 menit dalam ruang gelap pada suhu ruang ±25°C

f. Diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm.

g. Aktivitas antioksidan dihitung menurut persamaan:

$$\% \text{ Antioksidan} = \frac{(\text{Absorbansi blanko} - \text{Absorbansi sampel})}{\text{Absorbansi blanko}} \times 100\%$$

D. Analisa Total Bakteri Asam Laktat

- Pembuatan media MRSA (ditimbang, dilarutkan, dipanaskan)
- Media MRSA dan pepton disterilisasi (dibungkus plastik PE dan kertas payung)
- Bungkus Cawan petri, pipet ukur, gelas ukur, gelas beaker
- Masukkan autoklaf
- Sampel yogurt diambil 5 gr/ml ditambahkan 45 ml pepton (pengenceran awal) $\rightarrow 10^1$
- Diambil 1 ml diencerkan pada 9 ml pepton (tabung reaksi), di vortex \rightarrow diulangi hingga 10^5
- Pengenceran $10^3 - 10^5$ dituang pada media MRSA sebanyak 1 ml
- Sebelumnya pada cawan petri telah ditambahkan MRSA sebanyak 20 ml (maks)
- Diputar membentuk angka 8, setelah dingin dibungkus kertas payung dgn posisi terbalik
- Pengulangan dilakukan tiap sampel = 8 sampel
- Di inkubasi 37°C selama 48 jam pada incubator
- Dihitung menggunakan koloni counter

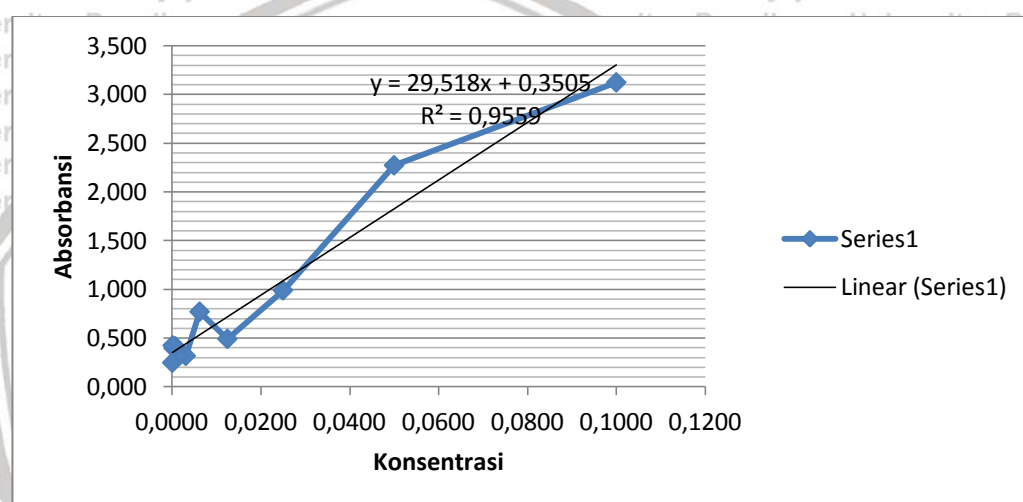
E. Analisa Aktivitas Antibakteri

Analisis aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi agar yang menggunakan bakteri *Escherichia coli* dan bakteri *Bacillus cereus* yang dibiakkan selama 24 jam, dan dinokulasikan dengan metode streak ose pada media NA yang sudah dicampurkan dengan sampel yoghurt dengan media cawan tuang (*pour plate*). Masing masing kultur bakteri *E. coli* dan kultur bakteri *B. cereus* sebanyak 1 ose dimasukkan ke dalam cawan petri, lalu di *streak* pada media Nutrient Agar (NA). Diinkubasi pada 37°C selama 24 jam. Diamati daerah zona bening yang terbentuk dan diukur diameternya.

Lampiran 2. Hasil Penelitian

1. Kurva standar asam galat

Konsentrasi (mg/ml)	Absorbansi
0,001	0,247
0,002	0,396
0,004	0,414
0,008	0,491
0,016	0,77
0,031	0,989



2. Data Bahan Baku

Herbal	Total Fenol (mg GAE/g sample)	Total Antioksidan (%)
Jahe Bubuk	0,19	51,51
Secang Serut	0,14	55,13

3. Data Uji Total Fenol Caspian Sea Yoghurt

Sampel	Total Fenol (mg GAE/g sampel)			
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rerata
Caspian Sea Yoghurt	5,70	3,63	7,57	5,63

<i>Caspian</i> + Jahe 5%	5,39	4,89	3,69	4,66
<i>Caspian</i> + Jahe 10%	6,51	2,73	6,22	5,15
<i>Caspian</i> + Jahe 15%	7,67	4,34	4,03	5,35
<i>Caspian</i> + Secang 5%	2,92	3,09	2,65	2,89
<i>Caspian</i> + Secang 10%	2,85	3,20	3,20	3,08
<i>Caspian</i> + Secang 15%	3,94	3,95	8,54	5,48

4. Data Uji Total Antioksidan *Caspian* Sea Yoghurt

Sampel	Jam	Total Antioksidan (%)		
		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
<i>Caspian</i> Sea Yoghurt	12	15,64	14,29	23,78
	24	32,63	35,97	36,45
<i>Caspian</i> + Jahe 5%	12	28,17	13,8	27,37
	24	31,67	40,27	42,66
<i>Caspian</i> + Jahe 10%	12	26,57	16,2	26,97
	24	37,41	33,94	46,58
<i>Caspian</i> + Jahe 15%	12	28,17	32,16	41,34
	24	43,91	49,53	45,28
<i>Caspian</i> + Secang 5%	12	39,74	32,16	50,52
	24	45,53	49,83	53,65
<i>Caspian</i> + Secang 10%	12	58,5	40,54	42,99
	24	68,94	65,6	67,99
<i>Caspian</i> + Secang 15%	12	53,07	46,15	51,02
	24	69,42	70,38	71,81

5. Data Uji Nilai pH

Sampel	Ulangan	Nilai pH						
		0	2	4	6	8	12	24
<i>Caspian</i> Sea Yoghurt	1	7,25	7,09	6,88	6,29	5,33	4,88	4,65
	2	7,28	7,07	6,85	6,27	5,34	4,79	4,65
	3	7,23	7,06	6,84	6,24	5,34	4,85	4,65

<i>Caspian</i> + Jahe 5%	1	7,14	7,03	6,7	6,16	4,76	4,68	4,6
	2	7,15	7,03	6,73	6,17	4,8	4,73	4,61
	3	7,15	7,03	6,76	6,17	4,7	4,65	4,61
<i>Caspian</i> + Jahe 10%	1	7,18	6,82	6,34	6,22	4,6	4,6	4,6
	2	7,2	6,84	6,39	6,24	4,64	4,61	4,6
	3	7,22	6,86	6,39	6,24	4,63	4,61	4,6
<i>Caspian</i> + Jahe 15%	1	7,15	7,0	6,72	5,95	5,08	4,93	4,56
	2	7,15	6,99	6,69	5,94	5,07	4,82	4,56
	3	7,15	6,98	6,66	5,94	5,06	4,88	4,56
<i>Caspian</i> + Secang 5%	1	7,14	7,01	6,73	6,05	5,18	4,77	4,64
	2	7,14	7,01	6,74	6,05	5,17	4,80	4,64
	3	7,14	7,01	6,73	6,05	5,17	4,83	4,64
<i>Caspian</i> + Secang 10%	1	7,09	7,04	6,74	6,08	5,3	4,96	4,63
	2	7,11	7,05	6,75	6,13	5,4	4,89	4,64
	3	7,15	7,04	6,76	6,18	5,42	4,93	4,64
<i>Caspian</i> + Secang 15%	1	7,17	6,75	6,42	6,32	5,56	4,98	4,63
	2	7,18	6,79	6,4	6,32	5,6	5,01	4,68
	3	7,18	6,8	6,4	6,32	5,67	5,03	4,68

6. Data Uji Total Bakteri Asam Laktat

Sampel	Ulangan	Total BAL		
		10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}
<i>Caspian Sea Yoghurt</i>	1	$3,0 \times 10^7$	$2,1 \times 10^6$	$0,8 \times 10^5$
	2	$3,9 \times 10^7$	$2,6 \times 10^6$	$0,6 \times 10^5$
	3	$4,4 \times 10^7$	$2,6 \times 10^6$	$0,8 \times 10^5$
<i>Caspian</i> + Jahe 5%	1	$4,2 \times 10^7$	$2,6 \times 10^6$	$1,3 \times 10^5$
	2	$3,3 \times 10^7$	$2,1 \times 10^6$	$1,2 \times 10^5$
	3	$4,5 \times 10^7$	$1,9 \times 10^6$	$1,4 \times 10^5$
<i>Caspian</i> + Jahe 10%	1	$3,7 \times 10^7$	$2,5 \times 10^6$	1×10^5
	2	$4,1 \times 10^7$	$2,0 \times 10^6$	$1,6 \times 10^5$
	3	$2,2 \times 10^7$	$1,6 \times 10^6$	$1,1 \times 10^5$
<i>Caspian</i> + Jahe 15%	1	$4,3 \times 10^7$	$1,9 \times 10^6$	$0,7 \times 10^5$
	2	$5,9 \times 10^7$	$3,4 \times 10^6$	$1,3 \times 10^5$
	3	$3,8 \times 10^7$	$2,3 \times 10^6$	$0,9 \times 10^5$
<i>Caspian</i> + Secang 5%	1	$5,7 \times 10^7$	$2,6 \times 10^6$	$1,3 \times 10^5$

	2	$4,4 \times 10^7$	$1,5 \times 10^6$	$1,3 \times 10^5$
	3	$4,3 \times 10^7$	$1,3 \times 10^6$	$0,9 \times 10^5$
<i>Caspian</i> + Secang 10%	1	$5,0 \times 10^7$	$1,6 \times 10^6$	$0,8 \times 10^5$
	2	$4,3 \times 10^7$	$2,1 \times 10^6$	$1,1 \times 10^5$
	3	$4,8 \times 10^7$	$2,3 \times 10^6$	$2,0 \times 10^5$
<i>Caspian</i> + Secang 15%	1	$5,4 \times 10^7$	$2,4 \times 10^6$	$1,3 \times 10^5$
	2	$3,6 \times 10^7$	$2,8 \times 10^6$	$1,7 \times 10^5$
	3	$2,3 \times 10^7$	16×10^6	$0,6 \times 10^5$

7. Data Uji Aktivitas Antibakteri

a. *E. coli*

Sampel	Hari		
	1	3	5
<i>Caspian Sea Yoghurt</i>	6,833333	8	9
<i>Caspian</i> + Jahe 5%	6,333333	8,5	9,333333
<i>Caspian</i> + Jahe 10%	6,5	8,666667	9,333333
<i>Caspian</i> + Jahe 15%	6,666667	9	9,833333
<i>Caspian</i> + Secang 5%	6,166667	8,166667	9,333333
<i>Caspian</i> + Secang 10%	6,5	8,333333	9,5
<i>Caspian</i> + Secang 15%	6,333333	9	9,833333

b. *B. cereus*

Sampel	Hari		
	1	3	5
<i>Caspian Sea Yoghurt</i>	6,333333	7,5	8,5
<i>Caspian</i> + Jahe 5%	6,333333	7,5	8,5
<i>Caspian</i> + Jahe 10%	6,666667	7,5	8,333333
<i>Caspian</i> + Jahe 15%	6,5	7,833333	9
<i>Caspian</i> + Secang 5%	6,5	7,833333	8,5
<i>Caspian</i> + Secang 10%	6,666667	7,333333	8,166667
<i>Caspian</i> + Secang 15%	6,666667	8	9,333333

8. Data Tabel Multiple Attribute Zeleny

a. Nilai

Parameter	<i>Caspian</i>	J5	J10	J15	S5	S10	S15
-----------	----------------	----	-----	-----	----	-----	-----

Total BAL	3,78	4,00	3,34	4,67	4,43	4,20	3,78
Antibakteri <i>E. coli</i>	7,94	8,05	8,17	8,50	7,89	8,11	8,39
<i>B. cereus</i>	7,44	7,44	7,50	7,78	7,56	7,61	8,00
pH	4,84	4,69	4,61	4,88	4,80	4,93	5,01
Antioksidan	17,90	23,11	23,25	33,89	40,81	47,34	50,08
Total Fenol	5,63	4,66	5,15	5,35	2,89	3,08	5,48
Σ Parameter = 6							

b. dk

Parameter	Caspian	J5	J10	J15	S5	S10	S15
Total BAL	0,809	0,856	0,715	1,000	0,949	0,899	0,809
Antibakteri <i>E. coli</i>	0,934	0,947	0,961	1,000	0,928	0,954	0,987
<i>B. cereus</i>	0,930	0,930	0,938	0,972	0,945	0,951	1,000
pH	0,966	0,936	0,920	0,974	0,958	0,984	1,000
Antioksidan	0,357	0,462	0,464	0,677	0,815	0,945	1,000
Total Fenol	1,000	0,827	0,915	0,950	0,513	0,547	0,973
λ	0,166	0,166	0,166	0,166	0,166	0,166	0,166
λ^2	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028

c. (1-dk)

Parameter	Caspian	J5	J10	J15	S5	S10	S15
Total BAL	0,191	0,144	0,285	0,000	0,051	0,101	0,191
Antibakteri <i>E. coli</i>	0,066	0,053	0,038	0,000	0,072	0,046	0,013
<i>B. cereus</i>	0,070	0,070	0,063	0,028	0,055	0,049	0,000
pH	0,034	0,639	0,079	0,026	0,042	0,016	0,000
Antioksidan	0,643	0,538	0,536	0,323	0,185	0,055	0,000
Total Fenol	0,000	0,172	0,085	0,049	0,487	0,453	0,027

d. (1-dk)²

Parameter	Caspian	J5	J10	J15	S5	S10	S15
Total BAL	0,036	0,021	0,081	0,000	0,003	0,010	0,036
Antibakteri <i>E. coli</i>	0,004	0,003	0,002	0,000	0,005	0,002	0,001
<i>B. cereus</i>	0,005	0,005	0,004	0,001	0,003	0,002	0,000
pH	0,001	0,004	0,007	0,001	0,002	0,001	0,000

Antioksidan	0,413	0,290	0,287	0,105	0,034	0,003	0,000
Total Fenol	0,000	0,029	0,007	0,003	0,237	0,205	0,001

e. $\lambda^2 \times (1-dk)$

Parameter	Caspian	J5	J10	J15	S5	S10	S15
Total BAL	0,005	0,001	0,008	0,000	0,001	0,003	0,005
Antibakteri <i>E. coli</i>	0,002	0,001	0,001	0,000	0,002	0,001	0,001
<i>B. cereus</i>	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,000
pH	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,000
Antioksidan	0,123	0,077	0,153	0,000	0,009	0,006	0,000
Total Fenol	0,000	0,005	0,002	0,001	0,014	0,013	0,001
Σ	0,133	0,091	0,168	0,003	0,029	0,024	0,006

f. $\lambda^2 \times (1-dk)^2$

Parameter	Caspian	J5	J10	J15	S5	S10	S15
Total BAL	0,001	0,001	0,002	0,000	0,001	0,001	0,001
Antibakteri <i>E. coli</i>	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000
<i>B. cereus</i>	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000
pH	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
Antioksidan	0,012	0,008	0,008	0,003	0,001	0,001	0,000
Total Fenol	0,000	0,001	0,001	0,001	0,007	0,006	0,000
Σ	0,013	0,009	0,011	0,003	0,008	0,006	0,001

g. $\lambda \times (1-dk)$

Parameter	Caspian	J5	J10	J15	S5	S10	S15
Total BAL	0,032	0,024	0,048	0,000	0,009	0,017	0,032
Antibakteri <i>E. coli</i>	0,011	0,009	0,007	0,000	0,012	0,008	0,002
<i>B. cereus</i>	0,012	0,012	0,010	0,005	0,009	0,008	0,000
pH	0,006	0,011	0,013	0,004	0,007	0,003	0,000
Antioksidan	0,107	0,089	0,089	0,054	0,031	0,009	0,000
Total Fenol	0,000	0,029	0,014	0,008	0,081	0,076	0,004

h. $\lambda \times dk$

Parameter	Caspian	J5	J10	J15	S5	S10	S15
Total BAL	0,135	0,143	0,119	0,167	0,158	0,149	0,135

Antibakteri	<i>E. coli</i>	0,156	0,158	0,160	0,167	0,155	0,159	0,165
	<i>B. cereus</i>	0,155	0,155	0,156	0,162	0,158	0,159	0,167
pH		0,161	0,156	0,153	0,162	0,159	0,164	0,167
Antioksidan		0,059	0,077	0,077	0,113	0,136	0,158	0,167
Total Fenol		0,167	0,138	0,153	0,158	0,086	0,091	0,162
Σ		0,833	0,827	0,819	0,929	0,851	0,880	0,962

i. Hasil Perlakuan Terbaik

Perlakuan	L1	L2	Lmax	Hasil	Urutan
<i>Caspian Sea Yoghurt</i>	0,167	0,013	0,167	0,347	5
<i>Caspian</i> + Jahe 5%	0,174	0,009	0,174	0,357	6
<i>Caspian</i> + Jahe 10%	0,181	0,011	0,181	0,373	7
<i>Caspian</i> + Jahe 15%	0,071	0,003	0,071	0,145	2
<i>Caspian</i> + Secang 5%	0,149	0,008	0,149	0,306	4
<i>Caspian</i> + Secang 10%	0,119	0,006	0,119	0,244	3
<i>Caspian</i> + Secang 15%	0,038	0,001	0,038	0,077	1

Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian

1. Bahan Baku

a. Susu Pasteurisasi



b. Jahe Bubuk



c. Secang Serut



d. Starter Caspian Sea Yoghurt



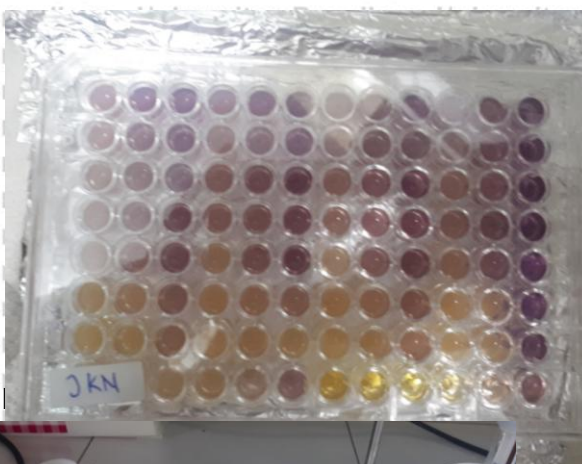
2. Caspian Sea Yoghurt



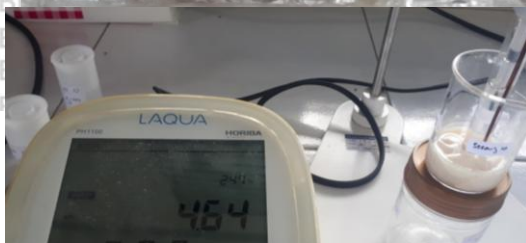
3. Hasil Uji Total Fenol



4. Hasil Uji Total Antioksidan

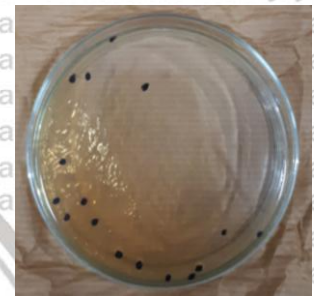
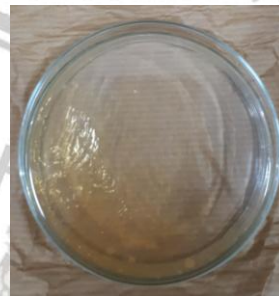


5.





6. Hasil Uji Total Bakteri Asam Laktat



7. Hasil Uji Aktivitas Antibakteri

